

Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava
Fakulta bezpečnostního inženýrství
Katedra požární ochrany a ochrany obyvatelstva

**Zranitelnost území letiště vůči havarijním únikům
nebezpečných látek**

Student: Bc. Radek Šimečka

Vedoucí diplomové práce: Ing. Pavel Dobeš

Studijní obor: 3908T007 Bezpečnostní plánování

Datum zadání diplomové práce: 30. listopad 2009

Termín odevzdání diplomové práce: 30. duben 2010

Čestné prohlášení

„Místopřísežně prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci vypracoval samostatně. Literaturu a další zdroje informací, ze kterých jsem při zpracování čerpal, v práci řádně cituji.“

V Ostravě, 30. dubna 2010

.....

Bc. Radek Šimečka

Anotace

ŠIMEČKA, R. *Zranitelnost území letiště vůči havarijním únikům nebezpečných látek*. Diplomová práce na Fakultě bezpečnostního inženýrství, VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2010. 76 stran.

Diplomová práce se zabývá možnými případy úniků nebezpečných látek pro životní prostředí vyskytujících se v prostorách Letiště Leoše Janáčka Ostrava. S použitím deterministického přístupu identifikuje scénáře úniků nebezpečných látek do životního prostředí. Dále s využitím dvou různých indexových metodik - Environment-Accident Index a H&V Index hodnotí zranitelnost vybraných složek životního prostředí v zájmovém území. V rámci práce jsou s použitím prostředků geografických informačních systémů zpracovány mapy zranitelnosti jako možný podklad pro havarijní plánování.

Klíčová slova

zranitelnost, analýza, letiště, havárie, životní prostředí

Annotation

Simecka, R. *Vulnerability of Airport Territory to Accidental Releases of Hazardous Materials*. The Diploma Thesis at the Faculty of Safety Engineering, VSB – Technical University of Ostrava, 2010. 76 pages.

Diploma thesis deals with potential cases of dangerous chemical substances releases into the environment in area of Leoš Janáček Ostrava airport. With using of deterministic approach various accidental scenarios of releases were proposed. Furthermore, vulnerability of parts of environment according to accidental release of chemicals were evaluated in the area of interest with using of two various index methodologies - Environment-Accident Index and H&V Index. Vulnerability maps with using of geographic information systems were created as possible support for emergency planning.

Key words

vulnerability, analysis, airport, accident, environment

Obsah:

1	ÚVOD	1
2	TEORETICKÁ ČÁST	2
2.1	OCHRANA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ.....	2
2.1.1	Životní prostředí a prevence závažných havárií z pohledu evropské legislativy	4
2.1.2	Životní prostředí a prevence závažných havárií z pohledu české legislativy.....	5
2.1.3	Vybrané historické havárie s dopadem na ŽP.....	10
2.2	NEBEZPEČNÉ LÁTKY	14
2.2.1	Látky nebezpečné pro životní prostředí.....	16
2.2.2	Přeprava nebezpečných látek.....	20
2.3	VYBRANÉ METODICKÉ PŘÍSTUPY K HODNOCENÍ DOPADŮ ZÁVAŽNÝCH HAVÁRIÍ NA ŽP	20
2.3.1	Metodika H&V index.....	24
2.3.2	Metodika Environment-Accident Index (EAI)	28
3	PRAKTICKÁ ČÁST	34
3.1	STRUČNÝ POPIS LETIŠTĚ LEOŠE JANÁČKA OSTRAVA	34
3.2	POPIS KANALIZAČNÍHO SYSTÉMU	36
3.2.1	Kanalizace A	36
3.2.2	Kanalizace B	36
3.2.3	Kanalizace C	36
3.2.4	Kanalizace D.....	36
3.2.5	Kanalizace F	37
3.3	SLOŽKY ŽP V OBJEKTU A OKOLÍ	37
3.3.1	Povrchová voda.....	38
3.3.2	Podzemní voda	39
3.3.3	Půda	39
3.3.4	Klimatické podmínky	39
3.4	IDENTIFIKACE ZDROJŮ RIZIK	40
3.4.1	Zásobníky leteckých pohonných hmot	41
3.4.2	Automobilové cisterny s LPH.....	42
3.4.3	Nádrže letadel s LPH	42
3.4.4	Čerpací stanice automobilových pohonných hmot.....	43
3.4.5	Terminál nákladní letecké přepravy.....	43
3.5	SOUHRN LÁTEK NEBEZPEČNÝCH PRO ŽP	44
3.6	SCÉNÁŘE MOŽNÝCH ÚNIKŮ NEBEZPEČNÝCH LÁTEK PRO ŽP	45
3.6.1	Únik leteckého petroleje JET A – I	45
3.6.2	Únik leteckého benzínu AVGAS 100 LL.....	47
3.6.3	Únik motorové nafty.....	48
3.6.4	Únik letecky přepravovaných látek	49

3.7	APLIKACE METODIKY ENVIRONMENT-ACCIDENT INDEX (EAI)	49
3.7.1	<i>Selekce scénářů možných úniků nebezpečných látek pro ŽP</i>	50
3.7.2	<i>Výpočet indexů EAI</i>	50
3.7.3	<i>Vyhodnocení aplikace metodiky EAI</i>	55
3.8	APLIKACE METODIKY H&V INDEX	55
3.8.1	<i>Selekce scénářů možných úniků nebezpečných látek pro ŽP</i>	56
3.8.2	<i>Stanovení indexů nebezpečnosti látky pro ŽP</i>	56
3.8.3	<i>Stanovení indexů zranitelnosti území vůči potenciálním únikům nebezpečných látek</i>	59
3.8.4	<i>Určení závažnosti možných úniků</i>	61
3.8.5	<i>Vyhodnocení aplikace metodiky H&V index</i>	63
4	VYHODNOCENÍ A DISKUSE VÝSLEDKŮ	67
5	ZÁVĚR	68
6	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	70
	PŘÍLOHY	76

Seznam obrázků:

OBRÁZEK 1: SBĚR MRTVÝCH PTÁKŮ PO HAVÁRII V SEVESU [26]	11
OBRÁZEK 2: TOVÁRNA SPOLEČNOSTI UNION CARBIDE (BHÓPÁL, INDIE) [30].....	12
OBRÁZEK 3: OPUŠTĚNÁ TOVÁRNA SPOLEČNOSTI UNION CARBIDE - NEBEZPEČNÉ LÁTKY [30].....	12
OBRÁZEK 4: SANACE POBŘEŽÍ KONTAMINOVANÉHO ROPOU [32]	12
OBRÁZEK 5: VYUŽITÍ KYANIDŮ PŘI TĚŽBĚ ZLATA V BAIA MARE [36]	13
OBRÁZEK 6: STANOVENÍ PŘIJATELNOSTI ZÁVAŽNÉ HAVÁRIE [19]	25
OBRÁZEK 7: PRŮBĚH HODNOCENÍ HAVÁRIÍ S ÚČASTÍ NEBEZPEČNÉ LÁTKY NA ŽP [19].....	26
OBRÁZEK 8: FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ ODHAD DOPADŮ NA ŽP [20] - UPRAVENO AUTOREM	28
OBRÁZEK 9: SCHÉMA LETIŠTĚ LEOŠE JANÁČKA OSTRAVA (ZDROJ: LETIŠTĚ OSTRAVA, A.S.).....	34
OBRÁZEK 10: CENTRÁLNÍ ČÁST LETIŠTĚ LEOŠE JANÁČKA OSTRAVA [44]	35
OBRÁZEK 11: ČS. ČÁST HORNOSLEZSKÉ PÁNVE Č. 14400000 [50]	38
OBRÁZEK 12: NADZEMNÍ NÁDRŽE S LETECKÝM PETROLEJEM JET A - 1 (FOTO: AUTOR)	42
OBRÁZEK 13: PŘIJATELNOST DOPADŮ ÚNIKU LPH Z NADZEMNÍHO ZÁSOBNÍKU	65
OBRÁZEK 14: PŘIJATELNOST DOPADŮ ÚNIKU LPH Z NÁDRŽE LETOUNU AN-124 RUSLAN	65
OBRÁZEK 15: PŘIJATELNOST DOPADŮ ÚNIKU LPH Z AUTOMOBILOVÉ CISTERNY	66

Seznam tabulek:

TABULKA 1: METODICKÉ POKYNY ODBORU ENVIRONMENTÁLNÍCH RIZIK MŽP	9
TABULKA 2: RIZIKOVOST LÁTEK PRO VODNÍ EKOSYSTÉMY [33].....	17
TABULKA 3: RIZIKOVOST LÁTEK PRO OSTATNÍ EKOSYSTÉMY [33]	17
TABULKA 4: RIZIKOVOST LÁTEK PRO VODNÍ EKOSYSTÉMY DLE GHS.....	19
TABULKA 5: HODNOTY PRO PROMĚNNOU <i>Tox</i>	29
TABULKA 6: HODNOTY PRO PROMĚNNOU <i>Am</i>	29
TABULKA 7: HODNOTY PRO PROMĚNNOU <i>Con</i>	29
TABULKA 8: HODNOTY PRO PROMĚNNOU <i>Sol</i>	30
TABULKA 9: VZDÁLENOST K NEJBLIŽŠÍ STUDNI, JEZERU NEBO VODNÍMU TOKU	30
TABULKA 10: HLoubKA K HLADINĚ PODZEMNÍCH VOD.....	30
TABULKA 11: SKLON HLADINY PODZEMNÍ VODY A SMĚR TOKU.....	31
TABULKA 12: MocNOST PŮDNÍ VRSTVY	31
TABULKA 13: HODNOTY PRO PROMĚNNOU <i>Sur</i>	32
TABULKA 14: KATEGORIE ZÁVAŽNOSTI DOPADŮ HAVÁRIÍ NA ŽP	32
TABULKA 15: KLIMATICKÉ CHARAKTERISTIKY OBLASTI	40
TABULKA 16: SEZNAM A KLASIFIKACE SKLADOVANÝCH LPH (OBJEKTY 12 A 14)	41
TABULKA 17: KLASIFIKAČNÍ CHARAKTERISTIKY MOTOROVÉ NAFTY.....	43
TABULKA 18: KLASIFIKAČNÍ CHARAKTERISTIKY EPOXIDOVÉ PRYSKYŘICE EP 70	44
TABULKA 19: KLASIFIKAČNÍ CHARAKTERISTIKY PESTICIDU FURADAN 350 F	44
TABULKA 20: SOUHRNNÝ PŘEHLED NEBEZPEČNÝCH LÁTEK PRO ŽP.....	45
TABULKA 21: EAI PRO ÚNIK LETECKÉHO PETROLEJE JET A – 1 Z NADZEMNÍCH ZÁSOBNÍKŮ.....	50
TABULKA 22: EAI PRO ÚNIK LETECKÉHO PETROLEJE JET A – 1 Z AUTOMOBILOVÉ CISTERNY	51
TABULKA 23: EAI PRO ÚNIK LETECKÉHO PETROLEJE JET A – 1 Z NÁDRŽÍ LETADLA	52
TABULKA 24: EAI PRO ÚNIK LETECKÉHO BENZINU AVGAS 100 LL Z PODZEMNÍHO ZÁSOBNÍKU.....	53
TABULKA 25: EAI PRO ÚNIK LETECKÉHO BENZINU AVGAS 100 LL Z AUTOMOBILOVÉ CISTERNY	53
TABULKA 26: EAI PRO ÚNIK MOTOROVÉ NAFTY Z PODZEMNÍ NÁDRŽE	54
TABULKA 27: EAI PRO ÚNIK LETECKY PŘEPRAVOVANÝCH LÁTEK	54
TABULKA 28: KLASIFIKAČNÍ CHARAKTERISTIKY LETECKÉHO PETROLEJE JET A - 1	57
TABULKA 29: VÝSLEDNÝ INDEX T_b PRO BIOTICKOU SLOŽKU PROSTŘEDÍ	57
TABULKA 30: POSOUZENÍ TOXICITY LETECKÉHO PETROLEJE JET A – 1 PRO PŮDU.....	58
TABULKA 31: POSOUZENÍ TOXICITY LETECKÉHO PETROLEJE JET A – 1 PRO VODNÍ PROSTŘEDÍ.....	58
TABULKA 32: POSOUZENÍ NEBEZPEČÍ HOŘLAVOSTI LETECKÉHO PETROLEJE JET A – 1 S DOPADEM NA BIOTU.....	58
TABULKA 33: SUMARIZACE HODNOCENÍ NEBEZPEČNOSTI LETECKÉHO PETROLEJE JET A - 1	59
TABULKA 34: STANOVENÍ INDEXŮ ZRANITELNOSTI HODNOCENÝCH SLOŽEK ŽP	61
TABULKA 35: SYNTÉZA INDEXŮ NEBEZPEČNOSTI LÁTKY A ZRANITELNOSTI PROSTŘEDÍ.....	62
TABULKA 36: STANOVENÍ ZÁVAŽNOSTI HAVÁRIÍ NA SLOŽKY ŽP	63

Seznam použitých zkratk:

EC ₅₀	Statisticky odvozená koncentrace, u které je očekáván 50 % úhyn organismů
F	Vysoce hořlavý
F+	Extrémně hořlavý
GHS	Globálně harmonizovaný systém
GIS	Geografický informační systém
CHKO	Chráněná krajinná oblast
LLJO	Letiště Leoše Janáčka Ostrava
LC ₅₀	Letální koncentrace při níž zahyne 50 % organismů
LD ₅₀	Letální dávka, při níž zahyne 50 % organismů
LPH	Letecké pohonné hmoty
MŽP	Ministerstvo životního prostředí
N	Nebezpečný pro životní prostředí
ORL	Odlučovač ropných látek
T	Toxický
T+	Vysoce toxický
VPD	Vzletová a přistávací dráha
Xn	Zdraví škodlivý
ŽP	Životní prostředí

1 Úvod

Postupně se vyvíjející požadavky na oblast bezpečnosti, jmenovitě prevenci závažných havárií, zpočátku zohledňovaly převážně stacionární zdroje rizik s velkým množstvím nebezpečných látek. V souvislosti se zvyšujícím se počtem havárií při přepravě nebezpečných látek dochází v posledních letech k určité transformaci v dané problematice. Pozornost se obrací především na mobilní zdroje rizika. Na území Letiště Leoše Janáčka Ostrava se vyskytují oba zmíněné zdroje rizik – stacionární i mobilní, a proto byl tento subjekt vybrán pro hodnocení rizik s dopady na životní prostředí pomocí vybraných, odbornou veřejností uznávaných metodik H&V index a Environment-Accident Index.

Z historických zkušeností vyplývá, že v případě havárií doprovázených úniky nebezpečných látek dochází nejen k negativním dopadům na životy a zdraví obyvatelstva, ale také ve velké míře k závažnému impaktu na životní prostředí. Nebezpečnými látkami mohou být zasaženy povrchové a podzemní vody, půda a biotická složka prostředí. Problémovým je případ znečištění vodních toků, kdy dochází k rychlému šíření kontaminantu. Dopady havárií na tekoucí povrchové vody bývají ovlivněny především rychlostí reakce zasahujících složek. Jejich váhavý a pomalý zákrok umožňuje rozšíření znečišťujících látek do okolního prostředí. Likvidace následků environmentálních havárií pak bývá pro podnik procesem velmi složitým a finančně náročným.

Výsledkem diplomové práce bude zhodnocení dopadů potenciálních havárií na povrchové vody, podzemní vody, půdu a biotickou složku prostředí. Dále pak budou zpracovány doplňující mapy zranitelnosti území letiště, které mohou pomoci kompetentním orgánům letiště jako doplňující nástroj při plánování v oblasti ochrany životního prostředí. Kromě tradičních ropných látek budou v diplomové práci brány v úvahu látky toxické a látky nebezpečné pro životní prostředí, které jsou přepravovány dle mezinárodních pravidel pro leteckou přepravu nebezpečného zboží.

Cíle diplomové práce:

- identifikovat zdroje rizik vyskytující se na území Letiště Leoše Janáčka Ostrava, které mohou způsobit závažnou havárii,
- stanovit závažnost dopadů potenciálních havárií na životní prostředí,
- vypracovat doplňující mapy zranitelnosti území letiště a jeho okolí pro plán opatření pro případ havarijního zhoršení jakosti vod.

2 Teoretická část

Podle § 2 zákona o životním prostředí [1] rozumíme životním prostředím (dále jen „ŽP“) vše, co vytváří přirozené podmínky existence organismů včetně člověka a je předpokladem jejich dalšího vývoje. Jeho složkami jsou zejména:

- a. ovzduší,
- b. voda,
- c. horniny,
- d. půda,
- e. organismy,
- f. ekosystémy,
- g. energie.

K pojmu životní prostředí se vztahují další definice. Např. odborný slovník [2] definuje ŽP jako soubor všech činitelů, se kterými přijde do styku živý subjekt, a podmínek, kterými je obklopen. Tedy vše, na co subjekt přímo i nepřímo působí. Subjektem může být chápán organismus, populace, člověk i celá lidská společnost. Většinou se pojem životní prostředí chápe ve smyslu životní prostředí člověka.

Obecně je tedy ŽP chápáno jako propojený systém světa složený z umělých, přírodních a sociálních složek. Tento složitý systém je a nebo může být v interakci s určitým objektem (člověkem). Interakcí se zde rozumí vzájemné oboustranné působení, chování, ovlivňování a přizpůsobování.

2.1 Ochrana životního prostředí

Ochrana ŽP zahrnuje činnosti, jimiž se předchází znečišťování nebo poškozování životního prostředí, nebo se toto znečišťování nebo poškozování omezuje a odstraňuje. Zahrnuje ochranu jeho jednotlivých složek, druhů organismů nebo konkrétních ekosystémů a jejich vzájemných vazeb, ale i ochranu životního prostředí jako celku (§ 9 zákona o ŽP). Jedná se o provádění úkonů za účelem prevence antropogenních vlivů (vyvolaných činnostmi člověka) a nepříznivých přírodních jevů s dopady na jednotlivé složky ŽP. K této činnosti se mohou využít tzv. nástroje ochrany ŽP, kterými jsou:

- dobrovolné nástroje,
- nástroje vyplývající z legislativy (právní nástroje),
- ekonomické nástroje,
- informační nástroje,
- institucionální nástroje.

Dobrovolné nástroje jsou takové nástroje, které nejsou zakotveny v žádném právním předpise a nejsou vynutitelné. Tyto nástroje využívají subjekty (podniky) zcela na dobrovolné bázi.

Nástroje vyplývající z legislativy neboli právní nástroje jsou nejdůležitější nástroje ochrany ŽP, protože jejich plnění vyžadují platné právní předpisy. Mezi tyto nástroje patří např. posuzování vlivů záměrů na životní prostředí – tzv. EIA (Environmental Impact Assessment) nebo zákon o prevenci závažných havárií (viz. 2.1.2). EIA je komplexní nástroj, který slouží k prevenci poškozování ŽP a týká se velkých i malých projektů uvedených v zákoně o posuzování vlivů na životní prostředí [14]. Posuzování vlivů záměrů na životní prostředí se uplatňuje vždy před realizací staveb nebo při významné změně (úpravě) stavby či technologie a je chápáno jako objektivní podklad pro vydání rozhodnutí o povolení záměru.

Základním efektivním ekonomickým nástrojem je ekologická daňová reforma neboli environmentální daňová reforma, která v České republice zahájila svou dlouhou pouť začátkem roku 2008. Environmentální daňová reforma je obecně zvýšení daní nepřímých (především spotřební daně - zdanění paliv a materiálů) a zároveň snížení daní přímých (především daně z příjmů fyzických i právnických osob). Dalšími ekonomickými nástroji mohou být pokuty, poplatky a nebo různé formy finanční podpory poskytované státem ze Státního fondu životního prostředí.

Informační nástroje ochrany ŽP slouží k poskytování a shromažďování informací o stavu ŽP. V současnosti je kladen velký důraz na poskytování informací o životním prostředí široké veřejnosti, aby měl každý jedinec možnost aktivně se zapojit do ochrany ŽP. Shromažďování a zveřejňování informací o ŽP spadá do působnosti Ministerstva životního prostředí.

Základním prvkem institucionálních nástrojů jsou instituce státní - Ministerstvo životního prostředí ČR a ostatní ministerstva, Česká inspekce životního prostředí a další. Ministerstvo životního prostředí je ústřední orgán státní správy a orgán vrchního dozoru ve věcech životního prostředí. Česká inspekce životního prostředí je pověřena dohledem nad dodržování zákonných norem v oblasti životního prostředí.

2.1.1 Životní prostředí a prevence závažných havárií z pohledu evropské legislativy

Oblast prevence závažných havárií v zemích Evropské unie je legislativně upravena od roku 1982, kdy vznikla Směrnice Rady 82/501/EEC – Major accident hazards of certain industrial activities – známá jako Seveso I. Podnětem k vzniku tohoto dokumentu byl stoupající počet průmyslových havárií ve světě. Hlavními haváriemi byl únik dioxinů ve městě Seveso, které se nachází nedaleko Milána (Itálie, 1976) a výbuch cyklohexanu ve Flixborough (Velká Británie, 1974). Směrnice se týkala prevence závažných havárií a omezování jejich následků na ŽP a člověka. Hlavním cílem bylo postupné sbližování jednotlivých opatření členských států Evropského společenství (dnes Evropská unie) v oblasti prevence závažných havárií. Důraz se kladl hlavně na zavedení harmonizované, jednotné a efektivní legislativy. V průběhu své existence však byla směrnice Seveso I několikrát pozměněna a novelizována. První dvě změny nastaly po havárii v továrně Union Carbide v Bhópálu (Indie, 1984) a havárii ve skladu Sandoz v Basileji (Švýcarsko 1986). Cílem těchto pozměňovacích návrhů (Směrnice Rady 87/216/EEC a Směrnice Rady 88/610/EHS) bylo rozšíření působnosti Seveso I zejména do oblasti skladování nebezpečných látek. Poslední změna Seveso I byla provedena v roce 1991 podle Směrnice Rady 91/692/EHS. Účelem této direktivy [11] bylo racionalizovat a zdokonalit v rámci jednotlivých úseků péče o životní prostředí ustanovení o podávání informací a vydávání zpráv o provádění některých směrnic Společenství z oblasti ochrany životního prostředí.

V roce 1996 vyšla novelizace Směrnice Rady 96/82/ES – Control of major accident hazards involving dangerous substance – známá jako Seveso II, která nahradila Směrnicí Rady 82/501/EEC – Major accident hazards of certain industrial activities (Seveso I). V zemích Evropské unie byla uplatňována od roku 1999. Fakt, že vznikla zcela nová směrnice, svědčí o tom, že byly realizovány významné změny a zakomponovány nové koncepty do oblasti prevence závažných havárií. Seveso II samozřejmě vycházela ze zkušeností zakotvených ve směrnici Seveso I. Novela odstranila závažné nedostatky implementované v původní směrnici a došlo také k jistému zjednodušení. Seznam nebezpečných látek byl upraven, není zde rozlišována výroba a skladování nebezpečných látek a přípravků a bylo zavedeno sčítání nebezpečných látek pro stanovení celkového množství nebezpečných látek v podniku (pomocí součtových vzorců) [10]. Direktiva Seveso II v porovnání s jejím předchůdcem klade větší důraz na ochranu ŽP – např. nově začleněna skupina (kategorie) látek nebezpečných pro ŽP. Na cíle směrnice Seveso II lze nahlížet ve dvou rovinách:

- a. orientace na prevenci závažných havárií s přítomností nebezpečných látek,
- b. omezení důsledků havárií nejen pro lidi, ale také pro životní prostředí (ekologické hledisko).

Po haváriích ve Visakhaptnemu (Indie, 1997) a v Baia Mare (Rumunsko, 2000) byla navržena směrnice Seveso II 2001/0257 (COD). Změny spočívaly především ve snížení limitního množství u ropných produktů a látek s R-větami (R 50, R50/53, R 51/53) a dále v rozšíření seznamu karcinogenních látek a změny limitního množství stávajících karcinogenních látek [10]. Bohužel následovaly další havárie - požár skladiště pyrotechnických pomůcek v Enschede (Holandsko, 2000), požár a výbuch v továrně na výrobu průmyslových hnojiv v Toulouse (Francie, 2001). Tyto události sehrály důležitou roli a vedly k zahájení prací na novele původního textu směrnice Seveso II. Výsledkem bylo přijetí směrnice Evropského parlamentu a Rady 2003/105/ES ze dne 16. prosince 2003, kterou se mění směrnice Rady 96/82/ES.

Evropská unie vydala k problematice prevence závažných havárií několik metodických průvodců (tzv. guidelines), které mají jen doporučující charakter a nejsou pro jednotlivé státy EU závazné.

Z uvedeného chronologického výčtu evropské legislativy týkající se prevence závažných havárií lze vypožorovat úzkou vazbu na ochranu ŽP. Především direktiva Seveso II vyžaduje hodnocení dopadů havárií nejen na lidské zdraví, ale také na ŽP. Některým výše uvedeným haváriím bude věnována pozornost v kapitole 2.1.3 (Vybrané historické havárie s dopadem na ŽP).

2.1.2 Životní prostředí a prevence závažných havárií z pohledu české legislativy

V České republice je problematika prevence závažných havárií způsobených vybranými nebezpečnými chemickými látkami a chemickými přípravky je zabezpečována Ministerstvem životního prostředí jako součást civilního nouzového plánování. Podle § 2 písm. e) zákona o prevenci závažných havárií [4] je závažná havárie mimořádná, částečně nebo zcela neovladatelná, časově a prostorově ohraničená událost, například závažný únik, požár nebo výbuch, která vznikla nebo jejíž vznik bezprostředně hrozí v souvislosti s užíváním objektu nebo zařízení, v němž je nebezpečná látka vyráběna, zpracovávána, používána, přepravována nebo skladována, a vedoucí k vážnému ohrožení nebo k vážnému dopadu na životy a zdraví

lidí, hospodářských zvířat a životní prostředí nebo k újmě na majetku. Cílem tohoto zákona je eliminovat pravděpodobnost vzniku závažné havárie a snížit dopady následků takových událostí na životy a zdraví lidí, materiální hodnoty a ŽP. Z toho je opět zřetelná úzká vazba prevence závažných havárií na ochranu ŽP. V příloze č. 3 zákona o prevenci závažných havárií jsou vymezena kritéria následků závažné havárie, které se týkají složek ŽP. Podle zákona [4] se za závažnou havárii považuje havárie způsobená nebezpečnou látkou uvedenou v příloze č. 1 k tomuto zákonu části 1, pokud má za následek ekologickou újmu¹ na:

- a. území chráněném podle zvláštních předpisů², tj. zvláště chráněných územích a územích soustavy NATURA 2000, vyhlášených pásmech ochrany vodních zdrojů a pásmech ochrany, zdrojů minerálních vod o rozloze stejné nebo větší než 0,5 ha,
- b. ostatním území o rozloze stejné nebo větší než 10 ha,
- c. vodním toku o délce stejné nebo větší než 10 km,
- d. umělém nebo přirozeném útvaru povrchové vody, které nemají statut vodárenské nádrže, podle zvláštního právního předpisu, o rozloze dosahující nebo přesahující 1 ha.

Na konci roku 1999 byl nejprve přijat zákon č. 353/1999 Sb., o prevenci závažných havárií způsobených vybranými nebezpečnými chemickými látkami a chemickými přípravky. Tento zákon byl implementací evropské direktivy Seveso II (Směrnice Rady 96/82/ES - Control of major accident hazards involving dangerous substance). Zákon definoval základní povinnosti provozovatelů průmyslových podniků, byl prvním a důležitým krokem v oblasti prevence závažných havárií. Následné změny a novelizace direktivy Seveso II se promítly také do české legislativy a měly za následek přijetí zákona č. 59/2006 Sb., o prevenci závažných havárií způsobených vybranými nebezpečnými chemickými látkami nebo chemickými přípravky a o změně zákona č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a zákona č. 320/2002 Sb., o změně a zrušení některých zákonů v souvislosti s ukončením činnosti okresních úřadů, ve znění pozdějších předpisů, (dále jen „zákon“) [4]. Hlavním důvodem vypracování a přijetí tohoto

¹ definována jako ztráta nebo oslabení přirozených funkcí ekosystémů, vznikající poškozením jejich složek nebo narušením vnitřních vazeb a procesů v důsledku lidské činnosti - zákon o ŽP [4]

² např. vodní zákon [6]

zákona bylo přijetí směrnice Evropského parlamentu a Rady 2003/105/ES. Přijetím zákona o prevenci závažných havárií se zrušil zákon předešlý.

Předmětem zákona je stanovení prevence závažných havárií pro podniky (dále jen „objekty“), ve kterých se vyskytuje vybraná nebezpečná chemická látka nebo přípravek. Zákon ukládá provozovatelům objektů identifikovat zdroje rizik, provést analýzu rizik, přijímat a dodržovat bezpečnostní opatření. V zákoně jsou stanoveny limity pro zařazení objektu do dvou skupin a podle tohoto zařazení jsou pak na provozovatele kladeny různé nároky a požadavky v oblasti prevence závažné havárie. Jedná se o skupiny A nebo B, přičemž:

- A. menší množství nebezpečné látky,
- B. větší množství nebezpečné látky.

Prováděcí právní předpisy k zákonu vstoupily v účinnost ke stejnému datu jako zákon samotný a jedná se o:

- a. vyhlášku č. 250/2006 Sb., kterou se stanoví rozsah a obsah bezpečnostních opatření fyzické ochrany objektu nebo zařízení zařazených do skupiny A nebo do skupiny B,
- b. nařízení vlády č. 254/2006 Sb., o kontrole nebezpečných látek,
- c. vyhlášku č. 255/2006 Sb., o rozsahu a způsobu zpracování hlášení o závažné havárii a konečné zprávy o vzniku a dopadech závažné havárie,
- d. vyhlášku č. 256/2006 Sb., o podrobnostech systému prevence závažných havárií.

Dnem 1. března 2010 nabyt účinnosti zákon č. 488/2009 Sb., kterým se mění zákon č. 59/2006 Sb., o prevenci závažných havárií způsobených vybranými nebezpečnými chemickými látkami nebo chemickými přípravky a o změně zákona č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a zákona č. 320/2002 Sb., o změně a zrušení některých zákonů v souvislosti s ukončením činnosti okresních úřadů, ve znění pozdějších předpisů, (zákon o prevenci závažných havárií), ve znění pozdějších předpisů. Tato změna se týká především poskytování informací o vzniku a následcích závažné havárie.

Dalším důležitým právní předpisem zabývající se bezpečností ŽP je zákon č. 100/2001 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí a o změně některých souvisejících zákonů, který nahradil dřívější zákon o posuzování vlivů na životní prostředí [15]. Tento zákon ukládá

povinnosti již v projekční fázi výstavby nových vybraných staveb³ a v předkládané dokumentaci musí být vyhodnoceny rizika havárií zejména vzhledem k navrženému použití látek a technologií (Část D III. Charakteristika environmentálních rizik při možných haváriích a nestandardních stavech). V praxi je ovšem tato kapitola zpracovávána většinou velice stručně a nevyužívá se tak možnosti prevence rizik již před výstavbou samotných zařízení. [16]

Do právního řádu České republiky byl zákonem č. 76/2002 Sb., o integrované prevenci implementován proces integrované prevence a omezování znečištění (Integrated Pollution Prevention and Control - IPPC). Zákon zastřešuje oblast ochrany životního prostředí v průmyslových podnicích a zahrnuje rovněž požadavek prevence havárií a minimalizace jejich následků pro životní prostředí a pro zdraví člověka. Zákon je založen na novém přístupu k ochraně životního prostředí, to přímo u zdroje používáním takzvaných nejlepších dostupných technik (BAT - Best Available Techniques). Tyto nejlepší dostupné techniky jsou pro jednotlivé průmyslové odvětví vyjmenovány v referenčních dokumentech (BREF). Cílem je předcházet vzniku znečištění životního prostředí a omezit úniky emisí do jeho jednotlivých složek nebo přenášení znečišťujících látek mezi složkami. [16]

Ministerstvo životního prostředí (dále jen „MŽP“) jako ústřední správní úřad na úseku prevence závažných havárií vydalo v této oblasti několik metodických pokynů [23]. Účelem těchto dokumentů je poskytnutí podpory a pomoci správním úřadům, právníkům a podnikajícím fyzickým osobám a kontrolním orgánům při prevenci závažných havárií a ochraně ŽP. Všechny činnosti těchto subjektů musí být v souladu s platnou legislativou. Přehled znázorňuje tabulka (viz. Tabulka 1).

³ příloha č. 1 k zákonu č. 100/2001 Sb.

Tabulka 1: Metodické pokyny odboru environmentálních rizik MŽP

Metodický pokyn č. 1	<i>Poskytování informací o vzniku a dopadech závažné havárie podle zákona [4]</i>	Věstník MŽP č. 2/2007
Metodický pokyn č. 2	<i>Zpracování písemných podkladů pro stanovení zóny havarijního plánování a pro vypracování vnějšího havarijního plánu podle zákona [4]</i>	Věstník MŽP č. 2/2007
Metodický pokyn č. 2	<i>Stanovení zranitelnosti životního prostředí metodou ENVITECH 03 a analýzu dopadů havárií s účastí nebezpečné látky na životní prostředí metodou H&V index</i>	Věstník MŽP č. 3/2003
Metodický pokyn č. 4	<i>Postup při zpracování dokumentu Analýza a hodnocení rizik závažné havárie podle zákona [4]</i>	Věstník MŽP č. 3/2007
Metodický pokyn č. 4	<i>Hodnocení možnosti vzniku kumulativních a synergických účinků závažné havárie</i>	Věstník MŽP č. 6/2002
Metodický pokyn č. 5	<i>Rozsah a způsob zpracování dokumentu Posouzení vlivu lidského činitele na objekt nebo zařízení v souvislosti s relevantními zdroji rizik podle zákona [4]</i>	Věstník MŽP č. 3/2007
Metodický pokyn č. 6	<i>Posouzení objektu nebo zařízení s vybranými nebezpečnými chemickými látkami nebo chemickými přípravky a plnění obecných povinností právníky nebo podnikajícími fyzickými osobami podle zákona [4]</i>	Věstník MŽP č. 10/2006
Metodický pokyn č. 7	<i>Postup při zpracování dokumentu Návrh na zařazení objektu nebo zařízení do skupiny A nebo B podle zákona [4]</i>	Věstník MŽP č. 10/2006
Metodický pokyn č. 9	<i>Zpracování dokumentů Zásady, cíle a politika prevence závažné havárie a Popis systému řízení bezpečnosti podle zákona [4]</i>	Věstník MŽP č. 12/2006
Metodický pokyn č. 10	<i>Postup při zpracování dokumentu Bezpečnostní zpráva podle zákona [4]</i>	Věstník MŽP č. 12/2006
Metodický pokyn č. 11	<i>Zpracování zprávy o posouzení bezpečnostní zprávy podle zákona [4]</i>	Věstník MŽP č. 9/2007

Na první pohled jsou některé údaje v tabulce zmatečné. Mám tím na mysli metodické pokyny č. 2 a 4, které se zde objevily dvakrát. Tuto záležitost si racionálně vysvětluji tím, že Ministerstvo životního prostředí vydalo ve svém periodiku v různých letech dva odlišné metodické pokyny pod stejným číslem.

2.1.3 Vybrané historické havárie s dopadem na ŽP

K negativním dopadům na životní prostředí nedochází jen v důsledku průmyslových havárií, ale také při nakládání s nebezpečnými látkami (skladování, manipulace, silniční, námořní, letecká přeprava nebezpečných látek). Při všech těchto činnostech existuje riziko kontaminace jednotlivých složek ŽP. Může dojít ke kontaminaci vodního, půdního prostředí a ovzduší. Ovzduší však musíme chápat jako jakéhosi „zprostředkovatele - přenašeče“ kontaminace do všech ostatních složek. K haváriím v minulosti docházelo a také s jistou pravděpodobností bude k dalším docházet i v budoucnu. V následujícím textu uvedu ty nejvýznamnější a zaměřím se především na popis jejich následků a dopadů na ŽP.

V sobotu 10. července 1976 se vzduch v okolí milánského předměstí Seveso naplnil jedovatým oblakem z blízké chemické továrny patřící švýcarské firmě Givaudan. Jeden z reaktorů se přehřál a do ovzduší unikl toxický oblak obsahující jeden z nejprudších jedů vůbec – TCDD (tetrachlordibenzodioxin). Tento dioxin je neviditelný, jedovatý v mikroskopických dávkách a byl používán jako bojová látka. Ptáci, které zasáhl v letu, padali mrtví k zemi. Dioxinový oblak dlouhý šest a široký jeden kilometr pokryl hustě zalidněnou oblast ležící po větru od chemičky. Nejvíce byla zasažena obec Seveso, podle které začala být tato událost známá jako katastrofa v Sevesu. Odstraněním kontaminované zeminy vzniklo přes 150 tun vysoce nebezpečného odpadu a zároveň vyvstala otázka, jak se jej zbavit. Švýcarská strana mnoho zájmu neprojevovala a Itálie chtěla co nejrychleji odstranit odpad ze svého území. Spory se táhly dlouhých šest let, až nakonec italská firma Mannesmann Italiana přislíbila, že se riskantního kroku ujme. 10. září 1982 se nebezpečný transport rozjel směrem k francouzským hranicím, odpad byl převezen do provizorního skladu nedaleko Paříže s tím, že do deseti dnů bude odvezen a zlikvidován. Na věc se téměř zapomnělo, avšak francouzské ekologické organizace se začaly o další osud nebezpečného odpadu zajímat. Po téměř celoevropském pátrání vyšlo najevo, že kontaminovaná zemina byla volně uložena v budově bývalých jatek ve francouzské vesnici Angilcourt, která měla tehdy přes 300 obyvatel. Organizátoři celé tzv. "likvidace odpadu" byli zatčeni, co se však s toxickým nákladem stalo dále, nikdo neví. Samotné místo havárie bylo přeměněno na park. [24], [25]



Obrázek 1: Sběr mrtvých ptáků po havárii v Sevesu [26]

V noci z 2. na 3. prosince 1984 došlo v indickém Bhópálu k průmyslové havárii – havárii, která je považována za největší průmyslovou katastrofu v novodobé historii. Z chemické továrny patřící americké firmě Union Carbide (dnes součást koncernu DOW Chemicals) uniklo více než 40 tun metylisokyanátu, kyanovodíku a dalších smrtelně jedovatých plynů. Do chemického reaktoru vniklo větší množství vody, což vyvolalo bouřlivou reakci a ta vedla k obrovskému zvýšení tlaku a teploty. Vítr pak roznesl smrtící chemickou směs do okolí. Metylisokyanát je kapalina se zvlášť vysokou toxicitou a bodem varu 38 °C. Chemický vzorec této nebezpečné chemické látky je CH_3NCO . Kyanovodík je bezbarvá kapalina s charakteristickým pachem hořkých mandlí a bodem varu 25,7 °C. Je vysoce toxický a nebezpečný pro životní prostředí a vzorec této chemické látky je HCN . [27]

Společnost Union Carbide svůj závod ihned po havárii opustila, ponechala oběti jejich osudu. Nedávné výzkumy ukázaly, že místo havárie a jeho okolí je stále zamořeno vysoce toxickými látkami. V roce 1999 z podnětu Greenpeace prohlédl komplex opuštěné chemičky expertní tým, aby zhodnotil ekologickou situaci v místě havárie a jeho okolí. Experti našli a zdokumentovali několik nezajištěných skládek jedovatých pesticidů a dalších nebezpečných odpadů rozptýlených po celém areálu. Analýzy prokázaly závažnou kontaminaci půdy i podzemních zásob pitné vody těžkými kovy a chlorovanými chemikáliemi. Ve vzorcích půdy byly nalezeny například rtuť, olovo, nikl, měď, chrom, hexachlorcyklohexan, chlorbenzeny a další nebezpečné látky. Zamoření areálu a jeho okolí bylo způsobeno jak samotným provozem chemičky, tak i pozdějšími úniky toxických odpadů po havárii. Množství rtuti a chlororganických látek ve vodě a půdě na některých místech tisíckrát až milionkrát přesahovaly limity doporučené Světovou zdravotní organizací (WHO). Zdejší voda je přitom místními obyvateli stále používána k pití a očištění. [28], [29]



Obrázek 2: Továrna společnosti Union Carbide (Bhópál, Indie) [30]



Obrázek 3: Opuštěná továrna společnosti Union Carbide - nebezpečné látky [30]

Americký ropný tanker Exxon Valdez společnosti Alyeska Pipeline Service narazil dne 24. března 1989 v průlivu Prince Williama na Aljašce na útes. Obří tanker vypustil do moře 260 000 barelů ropy, což je největší únik ropy v dějinách Spojených Států amerických. Odstraňování následků havárie bylo vzhledem k nepřipravenosti společnosti Alyeska Pipeline Service pomalé. Ropná skvrna nakonec zasáhla 1 770 km² aljašského pobřeží. Ropa zahubila tisíce ptáků a mořských savců a zlikvidovala rybí sádky. Kapitán tankeru byl postaven před soud a společnost Alyeska Pipeline Service musela zaplatit pokutu a uhradit reparace. Podle odhadů měla nehoda za následek smrt 250 000 mořských ptáků, 2800 mořských vyder, 300 tuleňů, 250 orlů, asi 22 kosatek a miliardy jiker lososů a herinků. Ropa také znečistila celé pobřeží a zapříčinila zničení většiny planktonu v oblasti. [31], [32]



Obrázek 4: Sanace pobřeží kontaminovaného ropou [32]

Blíže popsanou havárií z minulosti bude ekologická katastrofa v rumunském městě Baia Mare, ke které došlo ve večerních hodinách v lednu 2000. Vlivem silných dešťů se prorhla hráz, která zadržovala odpadní vody s vysoce toxickými sloučeninami kyanidu. Do povodí řek se tak dostalo cca 100 tun kyanidu a cca 20 000 tun kalného bahna obsahujícího těžké kovy. Kyanidy jsou bílé krystalické látky, které obsahují v molekule uhlík a dusík. Jako kationt zde může vystupovat celá řada kovů, jako například sodík, draslík a další. Kyanid sodný a kyanid draselný jsou nejběžněji se vyskytující látky této skupiny. Kyanidy jsou rozpustné ve vodě i v alkoholu. Ve styku s vodou mohou mít zápach po kyanovodíku (mandlový) i po amoniaku (štiplavý). Kyanidy byly v Baia Mare používány při těžbě zlata. V důsledku havárie se směs škodlivých látek dostala do některých povrchových vod. Kontaminována byla rumunská řeka Samos a významný maďarský zdroj pitné vody řeka Tisa. Částečně byla zasažena řeka Dunaj. Kyanidový roztok zahubil více jak 80 tun rybí populace a znečistil zdroj pitné vody pro 2,5 milionu lidí. Jen několik týdnů od havárie v Baia Mare, došlo k protržení odkalištní hráze poblíž města Baia Borsa, které se nachází poblíž hranic s Ukrajinou, ve stejném regionu jako Baia Mare. Došlo k úniku 20 000 tun odpadních sedimentů, které obsahovaly těžké kovy (především olovo, zinek a měď), do řeky Novat River, což je přítok řeky Visy a následně Tisy. Jelikož nebezpečí těžkých kovů spočívá především v dlouhodobé toxicitě způsobené bioakumulací, je obtížné stanovit následky této havárie. [16], [33], [35]



Obrázek 5: Využití kyanidů při těžbě zlata v Baia Mare [36]

Přestože obě havárie měly podobné příčiny, jimiž byl vzestup hladiny v odkalištích po vydatných srážkách a tání sněhu v kombinaci s nedostatečnou konstrukcí systému hrází, obě tyto havárie měly odlišné dopady. Na rozdíl od prvního „kyanidového“ úniku, který měl

intenzivní avšak relativně krátkodobý efekt, následky druhé havárie budou složky životního prostředí poznamenány na mnoho let. [16]

Všechny tyto havárie určitou měrou ovlivnily vznik či poukázaly na nedostatky v zahraniční legislativě v oblasti prevence závažných havárií a ochrany životního prostředí. Samozřejmě se podobné události nevyhýbali v minulosti ani České republice. Nedávnou ropnou havárií je např. únik cca 130 m³ ropných produktů z ropovodu u Čáslavi nebo únik chloru z chemického podniku Spolana, a.s. Neratovice při povodních v roce 2002 [10], [33]. Dopady „českých“ havárií a úniků nejsou ovšem tak katastrofální jako u výše zmíněných světových havárií. V převážné většině případů se totiž jednalo o úniky menších množství nebezpečných látek. Česká inspekce životního prostředí, která dohlíží nad respektováním zákonných norem v oblasti životního prostředí má k dispozici souhrn velkých havárií v ČR za posledních 40 let - viz. [37].

Do novodobých dějin leteckého průmyslu se negativně zapsala událost ze 7. listopadu 2006. Tohoto dne došlo na mezinárodním letišti O.R. Tambo International Airport v Jihoafrické republice během brzkých ranních hodin k úniku 1,2 milionu litrů leteckých pohonných hmot. Příčinou úniku byla mechanická závada jednoho z ventilů, který byl součástí technologického zařízení sloužícího k doplňování letadel leteckým palivem. Únikem byla zasažena nedaleká přírodní rezervace Blaauwpan Dam, kde uhynuly některé druhy vzácných zvířat. Kontaminováno bylo zhruba 4 000 tun zeminy. [43]

2.2 Nebezpečné látky

Nebezpečné látky se staly nedílnou součástí našeho života. Tento trend však s sebou nese určitá rizika negativních jevů s dopady nejen na ŽP. Nebezpečné látky nebo nebezpečné přípravky jsou látky nebo přípravky, které za podmínek stanovených zákonem [7] mají jednu nebo více nebezpečných vlastností, pro které jsou klasifikovány jako:

- | | |
|--------------------|-------------------|
| ○ výbušné | ○ žíravé |
| ○ oxidující | ○ dráždivé |
| ○ extrémně hořlavé | ○ senzibilizující |
| ○ vysoce hořlavé | ○ karcinogenní |

- hořlavé
- vysoce toxické
- toxické
- zdraví škodlivé
- mutagenní
- toxické pro reprodukci
- nebezpečné pro životní prostředí

Výbušné jsou pevné, kapalné, prstovité nebo gelovité látky a přípravky, které mohou exotermně reagovat i bez přístupu vzdušného kyslíku, přičemž rychle uvolňují plyny, a které, pokud jsou v částečně uzavřeném prostoru, za definovaných zkušebních podmínek detonují, rychle shoří nebo po zahřátí vybuchují.

Oxidující jsou látky a přípravky, které vyvolávají vysoce exotermní reakci ve styku s jinými látkami, zejména hořlavými.

Extrémně hořlavé jsou kapalné látky a přípravky, které mají extrémně nízký bod vzplanutí a nízký bod varu, a nebo plynné látky a přípravky, které jsou hořlavé ve styku se vzduchem při pokojové teplotě a tlaku.

Vysoce hořlavé jsou:

1. látky a přípravky, které se mohou samovolně zahřívat a nakonec se vznítí ve styku se vzduchem při pokojové teplotě bez jakéhokoliv dodání energie,
2. pevné látky a přípravky, které se mohou snadno zapálit po krátkém styku se zdrojem zapálení a které pokračují v hoření nebo vyhořely po jeho odstranění,
3. kapalné látky a přípravky, které mají velmi nízký bod vzplanutí,
4. látky a přípravky, které ve styku s vodou nebo vlhkým vzduchem uvolňují vysoce hořlavé plyny v nebezpečných množstvích.

Hořlavé jsou kapalné látky nebo přípravky, které mají nízký bod vzplanutí.

Vysoce toxické jsou látky nebo přípravky, které při vdechnutí, požití nebo při průniku kůží ve velmi malých množstvích způsobují smrt nebo akutní nebo chronické poškození zdraví.

Toxické jsou látky nebo přípravky, které při vdechnutí, požití nebo při průniku kůží v malých množstvích způsobují smrt nebo akutní nebo chronické poškození zdraví.

Zdraví škodlivé jsou látky nebo přípravky, které při vdechnutí, požití nebo při průniku kůží mohou způsobit smrt nebo akutní nebo chronické poškození zdraví.

Žíravé jsou látky nebo přípravky, které mohou zničit živé tkáně při styku s nimi.

Dráždivé jsou látky nebo přípravky, které mohou při okamžitém, dlouhodobém nebo opakovaném styku s kůží nebo sliznicí vyvolat zánět a nemají žíravé účinky.

Senzibilizující jsou látky nebo přípravky, které jsou schopné při vdechování, požití nebo při styku s kůží vyvolat přecitlivělost, takže při další expozici dané látky nebo přípravky vzniknou charakteristické nepříznivé účinky.

Karcinogenní jsou látky nebo přípravky, které při vdechnutí nebo požití nebo průniku kůží mohou vyvolat rakovinu nebo zvýšit její výskyt.

Mutagenní jsou látky nebo přípravky, které při vdechnutí nebo požití nebo průniku kůží mohou vyvolat dědičné genetické poškození nebo zvýšit jeho výskyt.

Toxické pro reprodukci jsou látky nebo přípravky, které při vdechnutí nebo požití nebo průniku kůží mohou vyvolat nebo zvýšit výskyt nedědičných nepříznivých účinků na potomstvo nebo zhoršení mužských nebo ženských reprodukčních funkcí nebo schopností.

2.2.1 Látky nebezpečné pro životní prostředí

Složky ŽP jsou ohroženy především účinky toxických látek a také účinky látek hořlavých (ropné produkty). Výbušné látky nepředstavují závažné riziko pro ŽP. Pojmem nebezpečné pro životní prostředí jsou dle zákona [7] označovány látky nebo přípravky, které při vstupu do životního prostředí představují nebo mohou představovat okamžité nebo pozdější nebezpečí pro jednu nebo více složek životního prostředí.

Klasifikace nebezpečných látek spočívá v zařazení látky do jedné nebo více skupin nebezpečnosti a na základě výsledků klasifikace se látce nebo přípravku přiřadí standardní věty neboli R-věty označující specifickou rizikovost (Rizikové věty). Pokud nebezpečná látka vykazuje více rizik, pak se k písmenu „R“ přiřazuje kombinace číselných kódů – např. R 23/24 (toxická při vdechování a styku s kůží). Dalším typem vět, které se vyskytují v dané problematice jsou tzv. S-věty (Bezpečnostní věty), které slouží k bezpečnému zacházení s nebezpečnými chemickými přípravky a látkami.

V následujících tabulkách (Tabulka 2, Tabulka 3) je uveden seznam R-vět vztahujících se k poškození životního prostředí.

Tabulka 2: Rizikovost látek pro vodní ekosystémy [33]

R-věta	Význam
R 50	Vysoce toxický pro vodní organismy.
R 51	Toxický pro vodní organismy.
R 52	Škodlivý pro vodní organismy.
R 53	Může vyvolat dlouhodobé nepříznivé účinky ve vodním prostředí.
a jejich kombinace R 50/53, R 51/53, R 52/53	

Tabulka 3: Rizikovost látek pro ostatní ekosystémy [33]

R-věta	Význam
R 54	Toxický pro rostliny.
R 55	Toxický pro živočichy.
R 56	Toxický pro půdní organismy.
R 57	Toxický pro včely.
R 58	Může vyvolat dlouhodobé nepříznivé účinky v životním prostředí.
R 59	Nebezpečný pro ozonovou vrstvu.
a jejich kombinace R 54/57, R 55/57, R 56/57	

Dne 18. prosince 2006 schválil Evropský parlament nařízení (ES) č. 1907/2006 o registraci, hodnocení, povolování a omezování chemických látek a o zřízení Evropské agentury pro chemické látky. Pro nařízení se používá zkratka REACH (**R**egistration - registrace, **E**valuation - hodnocení, **A**uthorization - povolování, **C**hemicals **R**estrictions - omezování chemických látek). Dne 30. prosince 2006 bylo nařízení Evropského parlamentu a Rady č. 1907/2006 zveřejněno. Účelem je především zajistit účinné fungování společného trhu pro chemické látky a zajistit ochranu lidského zdraví a ŽP před nežádoucími účinky chemických látek

systémem předběžné opatrnosti. Zásady tohoto principu jsou vymezeny ve sdělení komise o zásadě předběžné opatrnosti (KOM(2000)1). K zajištění vysoké úrovně ochrany lidského zdraví a ŽP je velká pozornost věnována látkám mimořádně nebezpečným jako jsou například látky karcinogenní, mutagenní a toxické pro reprodukci, jejichž použití může být omezováno a vyžadována jejich náhrada bezpečnějšími alternativními látkami. Nařízení REACH se snaží o nápravu současného stavu, kdy u více než 90 % látek používaných ve státech Evropské unie neexistují dostatečné údaje o jejich negativních účincích na zdraví a ŽP. [40]

Při haváriích doprovázených únikem nebezpečných látek je velmi důležitá rychlá a přesná identifikace. Souhrnem identifikačních údajů o nebezpečné látce je bezpečnostní list. Požadavky na zpracování bezpečnostních listů jsou uvedeny v příloze II nařízení REACH. Bezpečnostní list sestavuje odborně způsobilá osoba a je členěn do těchto kapitol:

1. Identifikace látky/přípravku a společnosti/podniku
2. Identifikace nebezpečnosti
3. Složení/informace o složkách
4. Pokyny pro první pomoc
5. Opatření pro hasební zásah
6. Opatření v případě náhodného úniku
7. Zacházení a skladování
8. Omezování expozice/osobní ochranné prostředky
9. Fyzikální a chemické vlastnosti
10. Stálost a reaktivita
11. Toxikologické informace
12. Ekologické informace
13. Pokyny pro odstraňování
14. Informace pro přepravu
15. Informace o předpisech
16. Další informace

Evropský parlament a Rada přijaly dne 16. prosince 2008 *Nařízení o klasifikaci, označování a balení látek a směsí* (Nařízení ES č. 1272/2008), které sladuje stávající legislativu Evropské unie s Globálně harmonizovaným systémem (dále jen „GHS“). Nařízení by mělo zajistit vysokou úroveň ochrany lidského zdraví a životního prostředí i volný pohyb chemických látek a směsí (dříve přípravky). Globálně harmonizovaný systém se vyznačuje pěti aspekty [40]:

- a. harmonizuje pravidla pro klasifikaci, označování a balení látek a směsí,
- b. ukládá podnikům povinnost, aby své látky a směsi klasifikovaly samy,
- c. ukládá podnikům povinnost, aby klasifikace oznamovaly,
- d. stanoví harmonizovaný seznam látek klasifikovaných na úrovni EU,
- e. stanoví seznam klasifikací a označení skládající se ze všech oznámení a harmonizovaných klasifikací.

GHS zavádí také nové výstražné symboly nebezpečnosti. Klasifikační systém GHS je komplexní a data použitá pro klasifikaci lze získávat z testů, literatury a praktických zkušeností. Systém nahrazuje standardní R-věty tzv. H-větami, které klasifikují nebezpečné látky (Příloha III - nařízení GHS 1272/2008). V příloze VII nařízení GHS lze také nalézt převodní tabulku pro převod stávajících R-vět do nového systému. Specifickou nebezpečnost látek pro ŽP znázorňuje následující tabulka (viz. Tabulka 4), která také srovnává H-věty s dříve používaným ekvivalentem.

Tabulka 4: Rizikovost látek pro vodní ekosystémy dle GHS

H-věta	Význam	R-věta
H 400	Vysoce toxický pro vodní organismy.	R50
H 410	Vysoce toxický pro vodní organismy, s dlouhodobými účinky.	R50
H 411	Toxický pro vodní organismy, s dlouhodobými účinky.	R51
H 412	Škodlivý pro vodní organismy, s dlouhodobými účinky.	R52
H 413	Může vyvolat dlouhodobé škodlivé účinky pro vodní organismy.	R53

2.2.2 Přeprava nebezpečných látek

Každým dnem jsou po světě transportovány nebezpečné látky a pro každý typ přepravy platí mezinárodní předpisy. V oblasti silniční přepravy nebezpečných látek platí *Evropská dohoda o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí* (ADR), pro železniční přepravu *Řád pro mezinárodní železniční přepravu nebezpečných věcí* (RID) a přeprava po moři se řídí podle mezinárodní směrnice *International Maritime Dangerous Goods Code* (IMDG Code). Letecká přeprava nebezpečných látek je zajišťována v souladu s manuálem *The IATA Dangerous Goods Regulations* (dále jen „IATA DGR“), který každoročně vydává Mezinárodní sdružení leteckých přepravců (IATA). Tento dokument je implementací *International Civil Aviation Organisation Technical Instructions for the Safe Transport of Dangerous Goods by Air* (ICAO TI). Manuál IATA DGR klasifikuje nebezpečné látky do několika tříd nebezpečnosti:

1. Výbušniny
2. Plyny
3. Hořlavé kapaliny
4. Hořlavé látky
5. Tuhé látky a kapaliny uvolňující kyslík (působící oxidačně)
6. Jedovaté a infekční látky
7. Radioaktivní látky
8. Žíravé látky
9. Jiné (různé) nebezpečné látky a předměty

Seznam všech tříd nebezpečnosti s rozdělením do jednotlivých divizí a bezpečnostními značkami (piktogramy) pro jednotlivé třídy je uveden v příloze (viz. Příloha 1).

2.3 Vybrané metodické přístupy k hodnocení dopadů závažných havárií na ŽP

Pod pojmem havárie rozumíme nežádoucí a do jisté míry neovladatelnou mimořádnou událost antropogenního charakteru. Mimořádná událost je dle zákona č. 239/2000 Sb. o integrovaném záchranném systému [41] definována jako škodlivé působení sil a jevů vyvolaných činnostmi člověka, přírodními vlivy, a také havárie, které ohrožují život, zdraví, majetek nebo životní

prostředí a vyžadují provedení záchranných a likvidačních prací. Havárie je tedy řetězec událostí, který je propojen kauzálními vztahy mezi jejími příčinami a následky a je jevem náhodným. Pravděpodobnost jejího vzniku lze s určitou mírou nejistoty kvantifikovat stejně tak jako její následky. Míru pravděpodobnosti projevu daných následků označujeme jako riziko. Riziko je možné definovat jako funkci pravděpodobnosti a velikosti ztrát. Nebezpečí je pak definováno jako vlastnost látky nebo fyzikální stav, který má potenciál způsobit škodu na lidském zdraví nebo životech, majetku nebo životním prostředí. Havárie představují projevy takzvaných rizik akutních nebo rizik chronických. Akutní rizika jsou charakterizována velmi intenzivním avšak relativně krátkodobým účinkem a rizika chronická se projevují dlouhodobými účinky s relativně nižší intenzitou. [16]

Na průběhu havárie v životním prostředí se spolupodílí řada různorodých faktorů. Jedná se především o následující faktory [34]:

Zranitelnost složek životního prostředí

Zranitelnost je schopnost zkoumaného prvku systému negativně reagovat na působení nežádoucího jevu (např. působení nebezpečné látky). Jedná se o vnitřní vlastnost systému, kterou nelze poznat bez působení nežádoucího jevu. Zranitelnost životního prostředí se liší ve svém pojetí od zranitelnosti ekonomické či sociální, neboť ŽP je komplexem systémů s různými úrovněmi organizovanosti, toky energií a informací. Ukazatele ŽP ve většině případů nelze vyjádřit v jednoduchých jednotkách a jejich prahové hodnoty se velmi liší. Z těchto důvodů je zranitelnosti ŽP vyjadřována indexy, jimiž lze eliminovat složitosti a lze snadněji ŽP ve vztahu k rizikům posuzovat a porovnávat. Index zranitelnosti ŽP ovlivňuje úroveň rizika, vnitřní odolnost vůči riziku a vnější odolnost, jako výsledek působení vnějších sil ve vztahu ke schopnosti ekosystému. Výsledný index má své výhody i nevýhody. Výhodou je, že indexy zranitelnosti ŽP umožňují pracovat s širokou škálou ukazatelů, stanovovat míry rizika a prioritizovat je. Nevýhodou je subjektivita v přiřazování vah parametrům ŽP. Rozsah definovaných škál pak vede ke ztrátám detailu. [3]

Množství uniklé látky

Pro zhodnocení dopadů je uvažováno maximální skladovatelné množství látky ve stacionárním zdroji, a proto se uplatňuje deterministický přístup k analýze – orientovaný na následky. založeno na myšlence, že následky mají své příčiny a pravděpodobnost vzniku určitého jevu je buďto možná nebo nemožná ($P=1$ nebo $P=0$). Tento přístup tedy uvažuje nezávisle na četnosti určitý (determinovaný) scénář a předpokládá se, že pokud existují

dostatečná bezpečnostní opatření pro nejhorší možný scénář (worst case scenario), budou tato opatření dostatečná také pro méně závažnější případy. Výsledky jsou interpretovány v podobě zón okolo zařízení, kde se předpokládají určité účinky. Tento přístup je uplatňován například ve Francii, kde má dlouholetou tradici. [16]

Vlastnosti látky

Jedná se především o toxické, ekotoxické a fyzikálně chemické vlastnosti, které ovlivňují chování látky v ŽP a tím ovlivňují její nebezpečnost.

Okamžité klimatologické podmínky

Zohlednění těchto podmínek při analýze environmentálních rizik je velmi problematické. Podle ohrožené složky životního prostředí lze rozlišovat havárie s dopadem na životní prostředí. Nejčastěji dochází ke kontaminaci povrchových a podzemních vod a půdy. Ovzduším se nebezpečné látky mohou šířit k biotickým složkám ŽP – fauně a floře. Z hlediska skupenství látek představují kapaliny největší nebezpečí, dále pak látky plynné. Pevné látky představují relativně malé nebezpečí. Obecně lze charakterizovat následující základní scénáře znečištění životního prostředí v důsledku závažných havárií s účastí nebezpečných látek [16]:

- a. nebezpečná kapalná látka unikne ze zařízení na zpevněnou plochu, pronikne do kanalizace a v případě že není odstraněna v čistírně odpadních vod pronikne do řeky,
- b. nebezpečná kapalná látka vyteče na zpevněnou plochu a přímo znečistí řeku,
- c. nebezpečná kapalná látka unikne ze zařízení na nezpevněnou plochu, pronikne do podzemní vody a je šířena ve směru proudění podzemní vody,
- d. nebezpečná kapalná odpařující se látka vyteče do havarijní jímky nebo na zpevněnou plochu, odpařováním dojde k vytvoření mraku par, který je šířen ve směru větru do okolí, kde mohou být ohroženy biotické složky ŽP,
- e. podobně nebezpečná plynná látka po úniku ze zařízení se rozptýluje ve směru větru; navíc mohou být plyny nebo páry spláchnuty deštěm do půdy,
- f. v případě požáru hořlavých látek (plynných, kapalných nebo pevných) se mohou toxické spaliny šířit do okolí a ohrožovat biotu,
- g. v případě požáru navíc může dojít ke znečištění ŽP v důsledku smíchání s hasící vodou a jejího úniku mimo havarijní jímku.

Jednotlivé složky životní prostředí mohou být ohroženy z těchto důvodů [16]:

- a. povrchové vody - pokud zařízení leží v blízkosti řeky anebo do řeky ústí výtok z čističky odpadních vod nebo dešťová kanalizace,
- b. půdy - jsou ohroženy na nezpevněných plochách a travnících,
- c. podzemní vody – pokud v podloží zařízení existuje kolektor podzemních vod a půdy jsou propustné,
- d. fauna a flora – pokud se v blízkosti zařízení nachází chráněné území s výskytem vzácných živočichů a rostlin, je dopad havárie významnější.

V České republice, ale i ve světě, jsou propracovány a využívány tyto metody hodnocení environmentálních dopadů: [33], [34]

- Technical Guidance Document in Support of commission Directive 93/67/EEC on Risk Assessment for New notified Substance and Commission Regulation on Risk Assessment for Existing Substance (TGD)
- Analýzy rizik kontaminovaných území (ERA)
- Analýza zranitelnosti životního prostředí EnviTech03
- Metody for determine Environment Risk Index (ERI)
- Rapid Environment and Health Risk Assessment (REHRA)
- Accidental Risk Assessment Methodology for Industries in the framework of the SEVESO II directive (ARAMIS)
- Spousal Assault Risk Assessment Guide (SARA)
- Metodika pro analýzu dopadů havárií s účastí nebezpečné látky na životní prostředí (H&V index).
- H1 Guidance
- Environment-Accident Index, A planning tool to protect the environment in case of a chemical accident (EAI)
- Proteus I

Některé z uvedených metod se využívají k hodnocení environmentálních dopadů z dlouhodobého hlediska (např. ERA pro hodnocení rizik starých ekologických zátěží)

a některé naopak slouží k hodnocení ekologických rizik souvisejících s haváriemi, při kterých dochází k únikům velkého množství nebezpečných látek po relativně krátkou dobu.

V praktické části této práce bude pro posouzení zranitelnosti území a hodnocení dopadů havárií na ŽP Letiště Leoše Janáčka Ostrava aplikována nejprve semikvantitativní indexová metodika H&V index. Jedná se o indexovou metodu, která byla vypracována pro účely zákona o prevenci závažných havárií.

Metoda bude využita vzhledem k její schopnosti vyhodnotit a prioritizovat environmentální rizika pro středně velká území. Často se používá k hodnocení rizik na územích do velikosti okresu. Část metodiky je také vhodná pro hodnocení zranitelnosti životního prostředí v okolí zařízení, ve kterém se vyskytují nebezpečné látky (např. produktovody, zásobníky, apod.). Pomocí metodiky H&V index se pokusím v praktické části definovat kategorie zranitelnosti jednotlivých složek ŽP vyskytujících se v areálu letiště.

Dalším prostředkem k ochraně životního prostředí v případě úniků nebezpečných látek do vodního a půdního prostředí je švédská metodika Environment-Accident Index (dále „EAI“). EAI je zaměřena na bezprostřední dopady havárií na ŽP a její použití je vhodné zejména na úniky nebezpečných látek do povrchových, podzemních vod a půdy. Cílem této metodiky je rychle a jednoduše identifikovat a hodnotit scénáře chemických havárií, a proto bude také tento efektivní nástroj využit v praktické části diplomové práce. Výsledky hodnocení stanovené metodou EAI by pak měly být využity odpovědnými orgány letiště v dalším procesu plánování.

2.3.1 Metodika H&V index

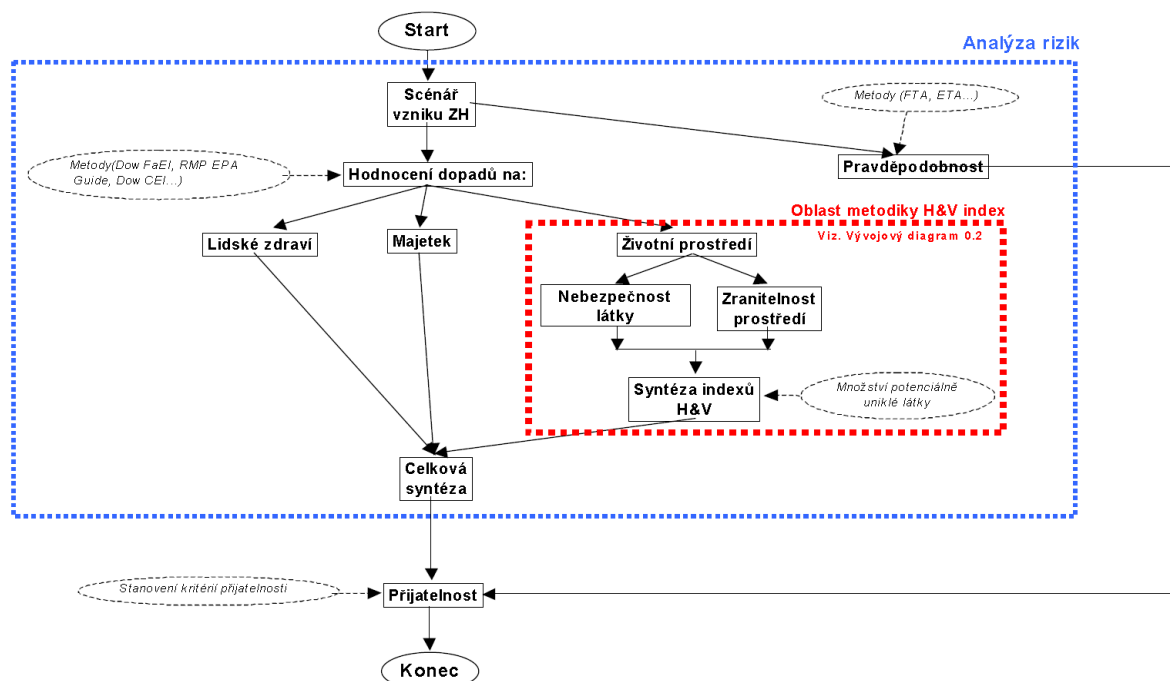
Metodika H&V index (Hazard & Vulnerability index) byla zpracována pro účely zákona o prevenci závažných havárií [4]. V ČR doporučilo metodu k hodnocení zranitelnosti životního prostředí Ministerstvo životního prostředí metodickým pokynem, který byl zveřejněn ve Věstník MŽP č. 3/2003 [42].

Samotné zpracování metodiky lze uskutečnit po splnění následujících podmínek:

1. musí být stanovena kritéria přijatelnosti závažné havárie (kritéria závažnosti a pravděpodobnosti) - kritéria se stanovují na základě společenského konsensu, politického či manažerského rozhodnutí před samotným zpracováním analýzy rizik,
2. musí být zpracována analýza rizik závažné havárie, ze které mimo jiné vyplýne možnost ohrožení složek ŽP.

Pokud bod 2 není splněn a nejsou k dispozici výsledky analýzy (množství uniklé látky, pravděpodobnost úniku), využije se deterministický přístup. Předpokládá se tedy, že dojde k úniku veškeré nebezpečné látky ze zařízení.

Celý proces stanovování přijatelnosti závažné havárie v kontextu analýzy rizik je vyjádřen pomocí vývojového diagramu (viz. Obrázek 6).



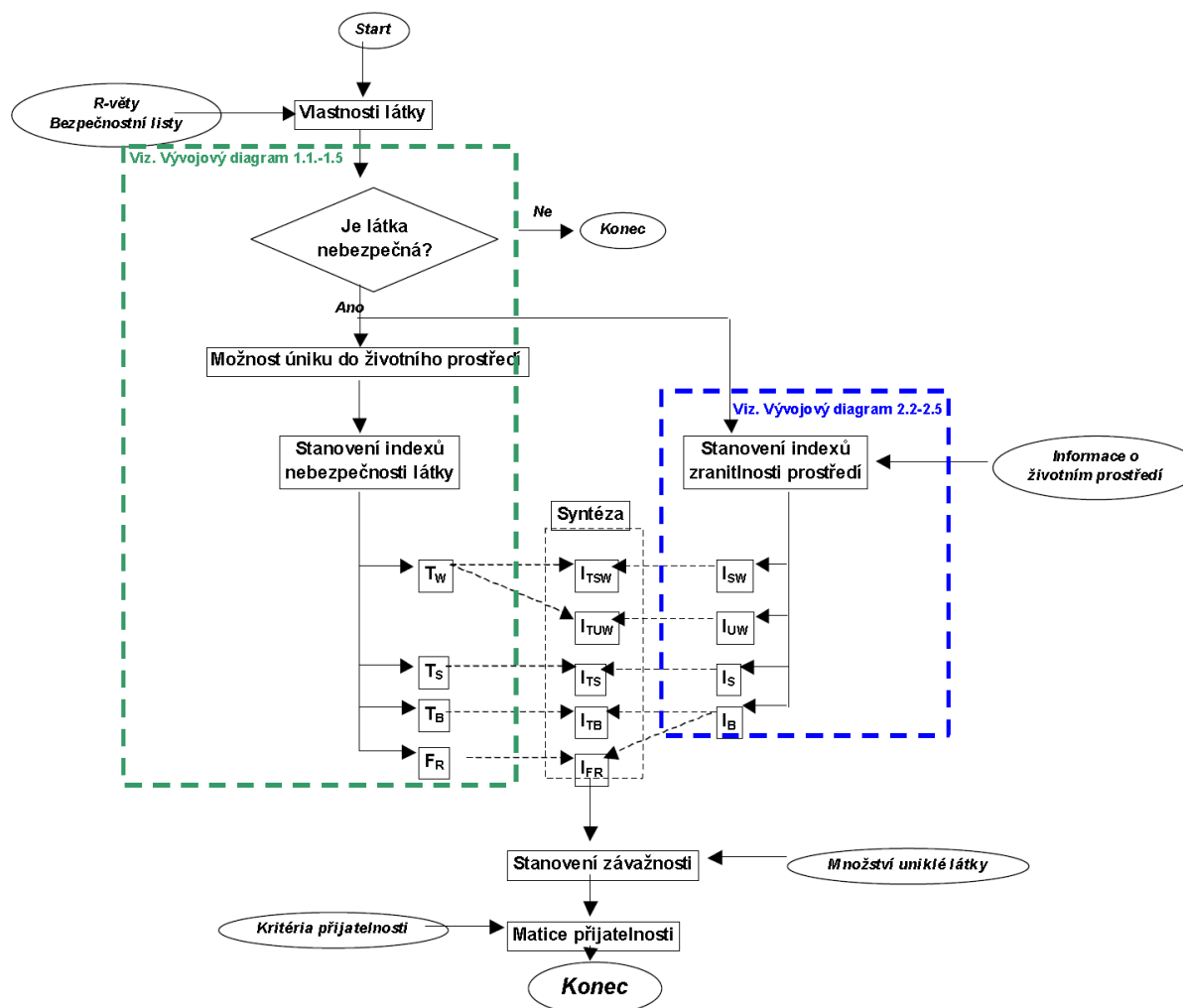
Obrázek 6: Stanovení přijatelnosti závažné havárie [19]

Vlastní analýza dopadů havárií s účastí nebezpečné látky na ŽP se skládá z níže uvedených částí a průběh je opět znázorněn pomocí vývojového diagramu (viz. Obrázek 7):

- stanovení indexů nebezpečnosti látky pro ŽP,
- stanovení indexů zranitelnosti území vůči potenciální havárii s účastí nebezpečné látky,
- určení závažnosti potenciální havárie na ŽP.

Index nebezpečnosti látky pro ŽP je kombinací toxických vlastností látky, fyzikálně-chemických vlastností látky a možností šíření látky. Index zranitelnosti území je stanoven odděleně pro složky prostředí: povrchové a podzemní vody, půdní prostředí, biotickou složku krajiny. Zahrnuje v sobě charakteristiky těchto složek ŽP (např. propustnost půdy, propustnost hydrogeologického podloží, využití půdy, využívání podzemní a povrchové vody, zvláště chráněná území přírody, ochranná pásma atd.). Vzájemným propojením indexů (zranitelnosti prostředí a nebezpečnosti látky pro ŽP) jsou získány dílčí indexy, které

informují o nebezpečnosti konkrétní látky na hodnocenou lokalitu. V dalším kroku je přistoupeno k určení závažnosti potenciální havárie. Závažnost je stanovena kombinací množství uniklé látky do složky ŽP a dílčích indexů. Odděleně jsou odhadovány závažnosti účinků toxických látek v povrchových vodách, půdním prostředí, podzemních vodách a v biotické složce prostředí, dále pak je odhadnuta závažnost vlivu látek toxických a výbušných na biotickou složku prostředí. [19]



T_W – Index toxické nebezpečnosti látky pro vodní prostředí, T_B – Index toxické nebezpečnosti látky pro biotickou složku prostředí, T_S – Index toxické nebezpečnosti látky pro půdní prostředí, F_R – Index nebezpečí hořlavosti látky, I_{TUW} – Index toxicity látky pro podzemní vody, I_{TSW} – Index toxicity látky pro povrchové vody, I_{TB} – Index toxicity látky pro biotickou složku prostředí, I_{TS} – Index toxicity látky pro půdní prostředí, I_{FR} – Index dopadů hořlavosti látky na biotickou složku prostředí, I_{SW} – Index zranitelnosti povrchových vod, I_{UW} – Index zranitelnosti podzemních vod, I_B – Index zranitelnosti biotické složky prostředí, I_S – Index zranitelnosti půdního prostředí

Obrázek 7: Průběh hodnocení havárií s účastí nebezpečné látky na ŽP [19]

Pro výpočet indexů nebezpečnosti látky se používají zejména R-věty a data z bezpečnostních listů. Stanovují se dva druhy indexů nebezpečnosti látky. Jedná se index toxické nebezpečnosti látky a index nebezpečí hořlavosti látky. Indexy nebezpečnosti látky se dále

člení podle cílů, které mohou v ŽP ovlivnit. U indexů toxické nebezpečnosti látky se hodnotí dopady na tyto složky:

- a. vodní prostředí,
- b. půdní prostředí,
- c. biotická složka prostředí.

Indexem nebezpečí hořlavosti látky se hodnotí dopady na biotickou složku prostředí. Všechny indexy nabývají hodnot 1-5 a detailní průběhy hodnocení jsou detailně popsány v metodice pomocí vývojových digramů, posouzení jednotlivých nebezpečných látek jak pak realizováno s použitím tabulek.

Před stanovením indexů zranitelnosti ŽP se nejprve musí zjistit složky prostředí, které mohou být potenciální havárií ohroženy. Analyzovanými složkami jsou:

- a. povrchové vody,
- b. podzemní vody,
- c. půdní prostředí,
- d. biotická složka prostředí.

Hodnotící stupnice je opět v intervalu 1-5, přičemž 1 je zanedbatelná zranitelnost území a 5 velmi vysoká zranitelnost území. Průběhy hodnocení jsou znázorněny v metodice vývojovými diagramy. K výpočtům indexů slouží metodikou stanovené tabulky. Výsledkem hodnocení je pak matice zobrazující, která složka ŽP má jaký index zranitelnosti.

Po stanovení indexů nebezpečnosti látky pro ŽP a indexů zranitelnosti prostředí následuje syntéza. Syntézou se rozumí propojení těchto indexů za účelem získání dílčích indexů, které vyjadřují nebezpečnost konkrétní látky na konkrétní hodnocenou lokalitu.

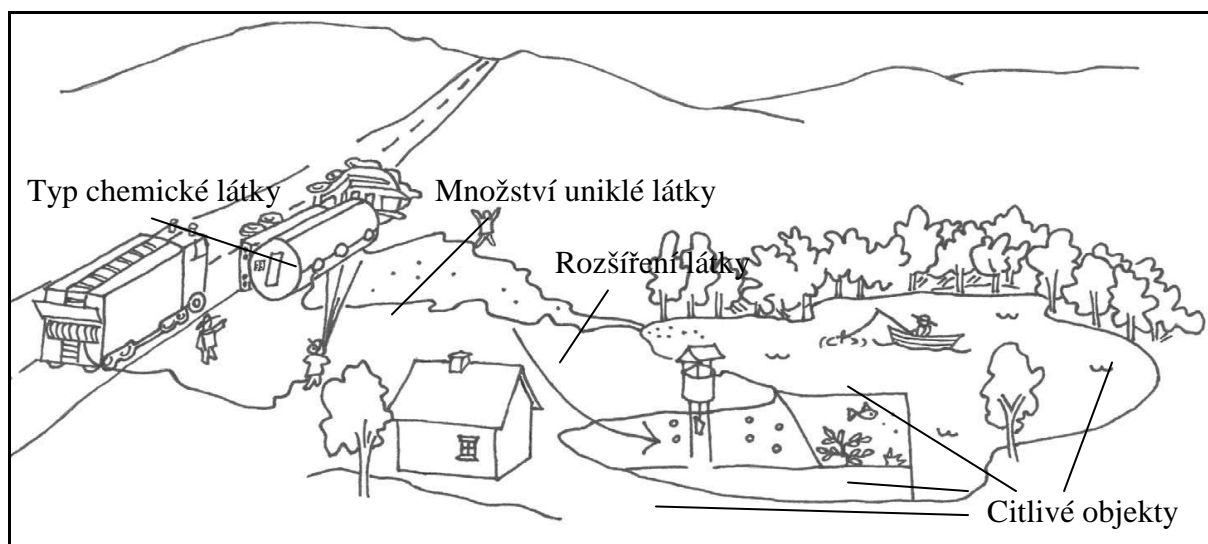
Posledním krokem analýzy je stanovení kategorií závažnosti havárie na ŽP. Jedná se o odhad, který je realizován pro konkrétní množství zúčastněné látky a konkrétní prostředí. Odděleně jsou posuzovány dosahy účinků pro:

- a. toxickou látku v povrchových vodách,
- b. toxickou látku v podzemních vodách,
- c. toxickou látku v půdním prostředí,
- d. toxickou látku pro biotickou složku prostředí,

- e. hořlavou látku s dopadem na biotickou složku prostředí.

2.3.2 Metodika Environment-Accident Index (EAI)

Princip metodiky EAI je založen na vlastnostech chemických látek a atributech prostředí potenciální havárie. Jednotlivé faktory ovlivňující posouzení havárií na ŽP metodou EAI ilustruje obrázek (viz. Obrázek 8).



Obrázek 8: Faktory ovlivňující odhad dopadů na ŽP [20] - upraveno autorem

Základem metodiky EAI je rovnice (1), která se skládá z několika proměnných vyjadřujících vlastnosti chemické látky a dále proměnných, které charakterizují specifické vlastnosti okolí (prostředí) zařízení s výskytem chemické látky.

$$EAI = Tox \cdot Am \cdot (Con + Sol + Sur) \quad (1)$$

Akutní toxicitu pro vodní organismy reprezentuje parametr *Tox*, skladované či přepravované množství chemické látky vyjadřuje proměnná *Am*. Dalšími významnými parametry ovlivňujícími rozšíření látky do prostředí jsou *Con*, *Sol* a *Sur*. Veličina *Con* vyjadřuje viskozitu a proměnná *Sol* rozpustnost chemické látky ve vodě.

Tabulka 5: Hodnoty pro proměnnou *Tox*

Akutní toxicita (LC₅₀ nebo EC₅₀) [mg/l]	Hodnota <i>Tox</i>
< 1	10
1 – 6	8
6 – 30	6
30 – 200	4
200 – 1000	2
> 1000	1

Tabulka 6: Hodnoty pro proměnnou *Am*

Skladované či přepravované množství chemické látky [t]	Hodnota <i>Am</i>
> 500	10
50 – 500	7
5 – 49	5
0,5 – 4,9	3
< 0,5	1

Tabulka 7: Hodnoty pro proměnnou *Con*

Viskozita [cSt]	Hodnota <i>Con</i>
< 0,5	5
0,5 – 4,4	4
4,4 – 47	3
47 – 300	2

> 300	1
Pevná sloučenina	0
Neznámá viskozita	4

Tabulka 8: Hodnoty pro proměnnou *Sol*

Rozpustnost ve vodě [hmotnost %]	Hodnota <i>Sol</i>
> 90	5
25 – 90	4
5 – 25	3
1 – 5	2
< 1	1
Rozpustný ve vodě	5
Rozpustný v organickém rozpouštědle	Hodnota rozpustnosti pro rozpouštědlo

Parametr *Sur* vystihuje okolní prostředí a je podrobným shrnutím těchto faktorů:

1. vzdálenost (v metrech) k nejbližší studni, vodnímu toku nebo jezeru,

Tabulka 9: Vzdálenost k nejbližší studni, jezeru nebo vodnímu toku

Hodnota	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Metry	0-10	10-20	20-35	35-50	50-75	75-150	150-300	300-1000	1000-2000	>2000

2. hloubka podzemních vod (v metrech),

Tabulka 10: Hloubka k hladině podzemních vod

Hodnota	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Metry	0-0,2	0,2-1	1-3	3-5	5-7	7-12	12-20	20-30	30-60	>60

3. sklon hladiny podzemní vody směrem k nebo od studny, jezera nebo vodního toku,

Tabulka 11: Sklon hladiny podzemní vody a směr toku

Hodnota	5	1	0
	Hladina podzemní vody směřuje ke studni, jezeru či vodnímu toku	Hladina podzemní vody je horizontální	Ve vzdálenosti 1 km ve směru toku podzemních vod není žádná studna, jezero nebo vodní tok

4. v metrech mocnost půdní vrstvy a materiál, z něhož se skládá, například štěrk, písek, moréna, jemný písek, jíl nebo zmrzlá půda.

Tabulka 12: Mocnost půdní vrstvy

Mocnost půdní vrstvy [m]	Hodnota					
	Štěrk	Písek	Moréna	Jemný písek	Hlína	Zmrzlá půda
> 30	9	8	6	4	0	0
25 – 30	9	7-8	5-6	3-5	0-1	0
20 – 25	9	7-8	5-6	3-5	0-2	0
15 – 20	9	7-8	5-7	3-6	0-3	0
10 – 15	9	7-9	5-8	3-7	0-4	0
3 – 10	9	7-9	6-8	4-8	1-6	0
< 3	9	7-9	6-9	4-8	2-8	0

Tabulka 13: Hodnoty pro proměnnou *Sur*

Součet hodnot z tabulek (Tabulka 9 - Tabulka 12)	Hodnota <i>Sur</i>
> 25	10
20 – 25	7
15 – 20	5
10 – 15	3
< 10	1

Každé proměnné z výše uvedené rovnice (1) se přiřadí hodnota z tabulek (Tabulka 5 - Tabulka 13). Tabulky jsou převzaty z metodiky EAI [20]. Výsledkem je číslo v intervalu 0 – 2000, které se následně zařadí do jedné z kategorií (viz. Tabulka 14).

Tabulka 14: Kategorie závažnosti dopadů havárií na ŽP

Hodnota EAI	Kategorie	Dopady na ŽP
0 – 100	A	málo závažné
100 – 500	B	středně závažné
> 500	C	závažné

Je-li výsledná hodnota EAI v rozmezí 0 – 100, pak je závažnost dopadů havárie na ŽP malá a samotnou metodikou je navrženo následné vypracování analýzy nebezpečnosti (HA) týkající se základních vlastností chemické látky. Tato analýza nebezpečnosti je na jedné straně chápána jako celkové hodnocení základních vlastností chemické látky (např. fyzikálně-chemické vlastnosti, mobilita, degradace, toxicita). Na straně druhé se týká identifikace míst v ŽP, kde se může chemická látka akumulovat.

Vypracování analýzy nebezpečnosti a předběžného hodnocení environmentálních rizik je vhodné vypracovat v případě, že se výsledná hodnota EAI bude pohybovat v intervalu 100 - 500. Jedná se o rozšířenou formu analýzy nebezpečnosti (v porovnání s předchozím postupem) o veličiny vztahující se k dané lokalitě, ve které je nakládáno s chemickou látkou.

V posledním případě, když výsledná hodnota EAI je větší než 500, je metodikou [20] navrhováno vypracování analýzy nebezpečnosti, úvodního a rozšířeného hodnocení environmentálních rizik. Tato studie zahrnuje srovnání předpokládané koncentrace ve vodním toku (PEC) s koncentrací bez negativního efektu na vodní tok (PNEC). Riziko negativních dopadů na ŽP je vysoké za předpokladu, že $PEC > PNEC$.

3 Praktická část

Zvoleným subjektem pro praktickou část diplomové práce je společnost Letiště Ostrava, a.s., provozovatel mezinárodního Letiště Leoše Janáčka Ostrava (dále jen „LLJO“). LLJO je druhým největším mezinárodním letištěm v České republice s pravidelným a nepravidelným provozem. Je významným stále se rozvíjícím centrem letecké dopravy Moravskoslezského kraje. V prostoru letiště je nakládáno s řadou nebezpečných látek, které mohou ohrozit kvalitu zdejšího, nedávno rekultivovaného životního prostředí. Také proto byl prostor letiště vybrán v praktické části diplomové práce jako předmět analýzy.

3.1 Stručný popis Letiště Leoše Janáčka Ostrava

Mezinárodní Letiště Leoše Janáčka Ostrava leží ve vzdálenosti přibližně 20 km jihozápadně od centra města Ostravy v Moravskoslezském kraji, mezi obcemi Petřvald, Mošnov, Sedlnice a Albrechtický. Letecký provoz je zajištěn jednou vzletovou a přistávací dráhou. Délka dráhy činí 3500 metrů a šířka 63 metrů. Lokalitu, ve které se nachází samotné letiště můžeme označit za rovinatou s průměrnou nadmořskou výškou 257 metrů nad mořem. Mapa celého areálu letiště je znázorněna na obrázku (viz. Obrázek 9).

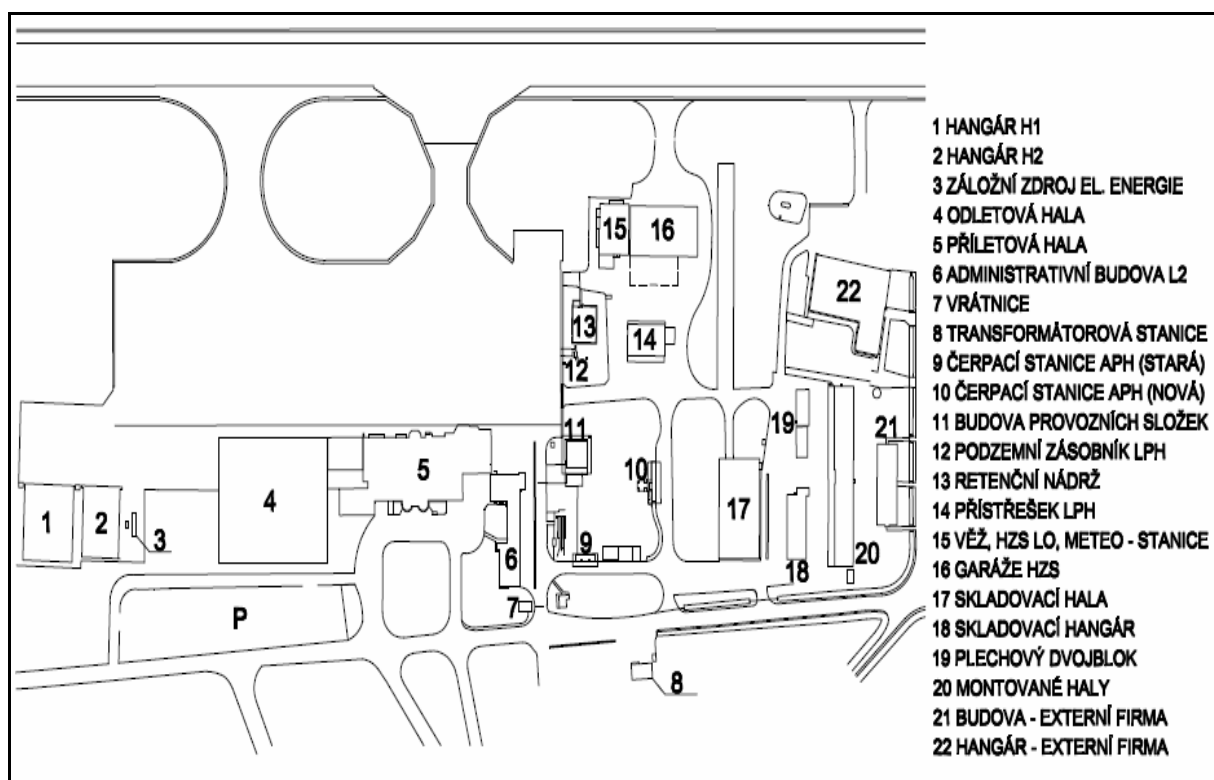


Obrázek 9: Schéma Letiště Leoše Janáčka Ostrava (zdroj: Letiště Ostrava, a.s.)

Letiště a přilehlé prostory neleží na území národního parku, chráněné krajinné oblasti, přírodního parku, národní přírodní rezervace, přírodní památky ani přechodně chráněné

plochy. Lokalita taktéž nespadá do ochranného pásma vodního zdroje ani do ochranného pásma lesního porostu. Celá oblast je omezena na severu a západě korytem řeky Odry (cca. 38 až 48 km toku), na jihu a východě korytem řeky Lubiny (cca 5 až 11 km toku).

V centrální části letiště (viz. Obrázek 10) se nachází velké množství objektů a budov, které slouží k základním činnostem souvisejícím se samotným provozem. Některé z těchto objektů jsou pronajímány externím firmám. Typickým příkladem externího subjektu působícího na letišti je společnost Shell Czech republic, s.r.o., která provozuje zásobníky leteckých pohonných hmot (dále jen „LPH“) a zajišťuje doplňování letadel tímto palivem. Při plnění dochází k vzájemné spolupráci mezi zaměstnanci letiště a personálem firmy Shell Czech republic s.r.o.



Obrázek 10: Centrální část Letiště Leoše Janáčka Ostrava [45]

Hlavním posláním společnosti Letiště Ostrava, a.s. je zabezpečení osobní i nákladní letecké přepravy. Za tímto účelem jsou využívána technologická zařízení, ve kterých se vyskytují nebezpečné (ropné) látky. Jedná se především o technologie pro:

- skladování a plnění LPH,
- transport LPH k letadlům,
- skladování, příjem a výdej motorové nafty.

3.2 Popis kanalizačního systému

V areálu Letiště Ostrava, a.s. je část kanalizace jednotná a část kanalizace oddělená. Jednotná dešťová a splašková kanalizace se nachází v nejstarší části letiště, kde se nacházejí objekty původně postavené pro potřeby výstavby letiště. Později byly využity jako provozní budovy. Splaškové odpadní vody z ostatních objektů jsou svedeny do jednotné kanalizace vedoucí do oblastní čistírny odpadních vod.

Dešťová voda ze zpevněných ploch letiště a ze střech objektů je odváděna dešťovou kanalizací. Dešťová kanalizace odvádí povrchové vody ze zpevněných (betonových) ploch letiště (1 600 m betonových trub, 250 m otevřený příkop a 15 000 m otevřený žlab). Byla vybudována při výstavbě letiště a je zaústěna do stok označených písmeny A – D a F (viz. Příloha 3).

3.2.1 Kanalizace A

Odvádí povrchové vody z betonových ploch v západní části letiště (jihozápadní stojánka, část pojezdové dráhy, vzletové a přistávací dráhy, spojky – cca 1,1 km²). Je zaústěna do Albrechtičského potoka, který vtéká do Odry. Kapacita přivaděče je 3,30 m³.s⁻¹.

3.2.2 Kanalizace B

Sbírá dešťové vody ze střední části letiště (část vzletové a přistávací dráhy, část pojezdové dráhy, spojka, stojánka). Průtok je stanoven na 1,82 m³.s⁻¹. Stoka je zaústěna do melioračního kanálu, který vtéká do Odry.

3.2.3 Kanalizace C

Odvádí dešťové vody ze severovýchodní části letiště (část vzletové a přistávací dráhy, část pojezdové dráhy, spojka, civilní letiště stojánka, rozptylový prostor). Průtok je stanoven na 1,51 m³.s⁻¹. Stoka je zaústěna do melioračního kanálu, který vtéká do Odry.

3.2.4 Kanalizace D

Sbírá dešťové vody z severovýchodní části letiště (část vzletové a přistávací dráhy, část pojezdové dráhy, spojka, stojánka, část rozptylového prostoru u forsážní stojánky). Průtok je stanoven na 0,95 m³.s⁻¹. Je zaústěna do řeky Lubina.

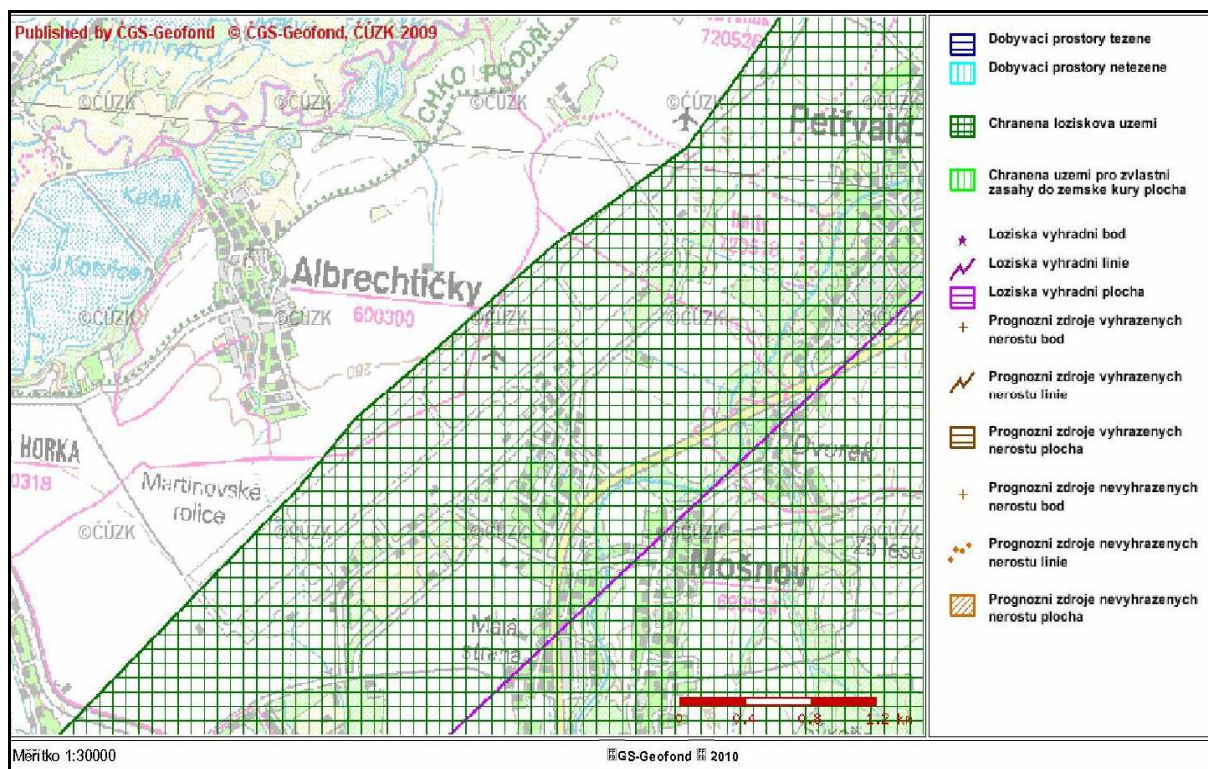
3.2.5 Kanalizace F

Stoka F odvádí dešťové vody z přilehlého území mimo areál letiště. Průtok je stanoven na $1,20 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Je zaústěna do Lubiny.

V roce 1985 byly na výše uvedených stokách vybudovány lapače pohonných hmot (odlučovače ropných látek – dále jen „ORL“). Jednotlivé ORL jsou umístěny na stávajícím potrubí nebo na trase stávajícího odpadního příkopu. Jsou označeny pro lepší přehled podle jednotlivých oblastí odvádění odpadních vod. Účelem zařízení je předčištění odpadních vod z dešťové kanalizace a letištních ploch od ropných látek. Zařízení zachycuje unášené kaly a hlinité sedimenty, dále plovoucí a zčásti i rozpuštěné ropné látky. Objekty odlučovačů jsou umístěny na objektech s možností přístupu obsluhy a mechanizačních prostředků. Funkce ORL vychází z principu čištění odpadních vod gravitačním průtokem bez použití přečerpávání, aby nedošlo k rozptýlení ropných látek v odlučovači. Gravitační ORL se skládá ze sedimentační (kalové) jímky, která slouží k usazení kalu v kalovém prostoru a dvou odlučovacích jímek. První jímka je vlastní lapač pohonných hmot se sběrnou šachtou. Tato jímka je vyplechovaná a je z ní možno vyčerpávat zachycené pohonné hmoty. Druhá jímka je osazena průtočným nebo samospádovým vapexovým filtrem. [48]

3.3 Složky ŽP v objektu a okolí

V lokalitě Letiště Leoše Janáčka se nenachází zvláště chráněná území ve smyslu § 12, 13, 14 zákona č. 114/1992 Sb. o ochraně přírody a krajiny. To znamená, že neleží na území národního parku (NP), chráněné krajinné oblasti (CHKO), přírodního parku (PP), národní přírodní rezervace (NPR), přírodní památky ani přechodně chráněné plochy. Téměř celé letiště však leží v chráněném ložiskovém území Čs. část Hornoslezské pánve (viz. Obrázek 11).



Obrázek 11: Čs. část Hornoslezské pánve č. 14400000 [50]

Nejbližším a nejvýznamnějším chráněným územím je CHKO Poodří (viz. také Obrázek 11). Nachází se přibližně 2 km severozápadním směrem od letiště a jedná se o úzké území rovinného až pahorkatinateho charakteru. Důležitým prvkem je zde říční niva s přirozeným tokem řeky Odry, jejími přítoky a několika rybníčními soustavami. Součástí CHKO Poodří jsou přírodní rezervace Kotvice, Koryta a také přírodní památka Pusté nivy.

3.3.1 Povrchová voda

Na zájmovém území se nevyskytují žádná ochranná pásma vodních zdrojů a lokalita taktéž nespádá do chráněné oblasti přirozené akumulace vod. V blízkosti letiště (cca 800 m) protéká řeka Lubina, která je pravostranným přítokem řeky Odry. Povrchové vody ze zájmového území jsou odváděny Albrechtičským potokem. Řeky Odra a Lubina jsou zařazeny mezi významné vodní toky (na území Moravskoslezského kraje) dle vyhlášky č. 470/2001 Sb., kterou se stanoví seznam významných vodních toků. V nejbližším okolí se dále nacházejí povrchové vodní plochy Kačák, Kotvice, Nový rybník a Dolní Bartošovické rybníky. Z hydrologického hlediska je zájmová oblast charakterizována jako málo vodná, s nízkou retenční schopností, sezónním doplňováním zásob podzemní vody a maximem stavů v březnu až dubnu, s minimem v září až listopadu.

3.3.2 Podzemní voda

Podzemní vody jsou v zájmovém území vázány na nesoudržné kvartérní sedimenty, tj. fluviální terasové uloženiny a ledovcové sedimenty. Hladina podzemní vody je volná nebo mírně napjatá a nachází se v úrovni přibližně 260 – 245 m n. m., tj. v hloubce 1,3 - 13 m pod terénem. Ve větších hloubkách se podzemní voda nachází pouze v prostoru subglaciální deprese na povrchu miocénu. Podzemní voda je v zájmové oblasti doplňována pouze vsakem atmosférických srážek. Řeky Odra a Lubina a také Sedlnický potok podzemní vody drénují.

3.3.3 Půda

V zájmovém území převládají hlinité půdy. Tyto půdy lze charakterizovat jako tmavě hnědé až hnědé půdy. Jedná se o humózní půdu, kterou lze charakterizovat jako hlinito-písčitou až písčito-hlinitou s proměnlivým obsahem drobných štěrků, středně podzolovanou. Ornice tvoří horizont o mocnosti cca 0,2 - 0,3 m, který je vyvinut prakticky na celé ploše. Z pedologického hlediska lze konstatovat, že na celém zájmovém území převažuje jediný půdní typ. Jedná se o orniční horizont hnědé barvy, humózní, biologicky oživený i prorostlý kořenovým systémem. Pedologickými pracemi byl potvrzen půdní typ hnědozem luvická. Dále u některých ploch byly potvrzeny půdy, které byly ovlivněny působením člověka, a proto se zařazují mezi půdní typ antropozem.

3.3.4 Klimatické podmínky

Zájmové území je zařazováno do mírně teplé klimatické oblasti, podoblasti MT 10. Jednotlivé parametry charakterizující klima zájmového území udává tabulka (viz. Tabulka 15). Tuto oblast charakterizujeme dlouhým, teplým a mírně suchým létem, s krátkým přechodným obdobím, s mírně teplým jarem a podzimem, krátkou mírně teplou a suchou zimou s krátkým trváním sněhové pokrývky.

V zájmovém území se nejčastěji v roce vyskytuje jihozápadní směr proudění větrů. Rychlosti proudění větrů se pohybují převážně v rozmezí rychlostí $2,5 \text{ m.s}^{-1}$ až $7,5 \text{ m.s}^{-1}$.

Tabulka 15: Klimatické charakteristiky oblasti

Parametr	Podoblast MT 10
Počet letních dnů	40 – 50
Počet dnů s průměrnou teplotou 10°C a více	140 – 160
Počet mrazových dnů	110 – 130
Počet ledových dnů	30 – 40
Průměrná teplota v lednu	-2 až -3 °C
Průměrná teplota v červenci	17 – 18 °C
Průměrná teplota v dubnu	7 – 8 °C
Průměrná teplota v říjnu	7 – 8 °C
Průměrný počet dnů se srážkami 1 mm a více	100 – 120
Srážkový úhrn ve vegetačním období	400 – 450 mm
Srážkový úhrn v zimním období	200 – 250 mm
Počet dnů se sněhovou pokrývkou	50 – 60
Počet dnů zamračených	120 – 150
Počet dnů jasných	40 – 50

3.4 Identifikace zdrojů rizik

V této části diplomové práce budou detailně popsány objekty a zařízení, ve kterých se vyskytují a nebo mohou být přítomny nebezpečné látky pro ŽP. Pozornost bude věnována nejen tradičním ropným produktům, ale také některým dalším nebezpečným látkám, které by mohly být přijaty k letecké přepravě v souladu s platnými předpisy.

3.4.1 Zásobníky leteckých pohonných hmot

V následující tabulce jsou uvedeny nebezpečné látky spadající pod zákon o prevenci závažných havárií [4], které se vyskytují v objektech 12 a 14 (viz. Obrázek 10). Jedná se o nejrozšířenější letecké paliva používaná pro letecké turbínové a pístové motory.

Tabulka 16: Seznam a klasifikace skladovaných LPH (objekty 12 a 14)

Látka (přípravek)	Symbol nebezpečnosti	R-věty
Letecký petrolej JET A-1	Xn, N	R10, R38, R51/53, R65
Letecký benzín AVGAS 100 LL	F+, T, N	R23/24/25, R39/23/24/25, R10, R11, R12, R20, R36/37, R36/38, R45, R48/20/21/22, R51/53, R65, R67

Prostor pro skladování leteckého petroleje JET A – 1 (objekt 14) je umístěn v blízkosti centrální odbavovací plochy. Jedná se o přístřešek nad nádržemi LPH s krytým stáním pro tři automobilové cisterny. Severozápadně od tohoto místa, ve vzdálenosti přibližně 50 m, se nachází budova HZS podniku.

Zásobníky s leteckým petrolejem JET A - 1 tvoří dvě nadzemní dvouplášťové nádrže (Obrázek 12), každá o objemu 100 m³. První nádrž je ocelová, dvouplášťová, válcová, ležatá a je dělena na dvě části, přičemž každá z nich má objem 50 m³. Druhá nádrž o objemu 100 m³ je nedělená, ocelová, ležatá, válcová, dvouplášťová. Nádrže jsou uloženy na ocelových sedlech, uvnitř je proveden nátěr, který je odolný proti ropným produktům. Nádrže jsou vybaveny armaturami v souladu s ČSN 65 0201⁴ a požadovanými manipulacemi. Všechna spojovací potrubí jsou z trubek ocelových, bezešvých, nerezových. Bezpečný chod skladu zajišťuje optická a akustická signalizace plnění nádrží. Opticky je signalizována minimální a maximální hladina. Skladovací nádrže jsou vybaveny dvojnásobným zabezpečením proti přeplnění - stáčecí uzavírací klapka a plováková signalizace hladiny.

Celá manipulační plocha je zastřešena a odkanalizována do záchytné jímky na úkapy o objemu 16 m³ (viz. Obrázek 10 – objekt 13). Do této jímky jsou svedeny veškeré úkapy, ke

⁴ ČSN 65 0201 Hořlavé kapaliny – Prostory pro výrobu, skladování a manipulaci

kterým dojde na manipulační ploše. Jímka je opatřena armaturou pro umožnění odčerpání obsahu cisternovými vozy vybavenými vývěvami. V jímce je osazen plovákový spínač, který hlásí 70% naplnění jímky optickou signalizací a 95% naplnění jímky optickou a zvukovou signalizací.



Obrázek 12: Nadzemní nádrže s leteckým petrolejem JET A - 1 (foto: autor)

Skladovací nádrž leteckého benzínu AVGAS 100 LL (objekt 12) o objemu 25 m³ je jednoplášťová a je vyvložkována tzv. ekologickým vakem. Toto vyvložkování nahrazuje dvouplášť. Nádrž je osazena zařízením pro kontinuální měření hladiny sondou. Vlastní čerpadlo pro čerpání pohonných hmot do malých letadel je od firmy Stork.

3.4.2 Automobilové cisterny s LPH

Pro transport leteckého petroleje JET A-1 jsou na letišti k dispozici dvě automobilové cisterny, každá o objemu 18 m³. Pro přepravu leteckého benzínu AVGAS 100 LL se využívá jedna automobilová cisterna o objemu 7,8 m³.

3.4.3 Nádrže letadel s LPH

Neopomenutelný zdroj environmentálních rizik představují letadla vyskytující se na letišti. Například v nedávné době nebylo vzácností spatřit na letišti jedno z největších sériově vyráběných nákladních letadel, kterým je An-124 Ruslan. Maximální kapacita nádrží tohoto letounu je 267,5 m³.

3.4.4 Čerpací stanice automobilových pohonných hmot

V následující tabulce jsou uvedeny charakteristiky motorové nafty, která je uskladněna v objektu 10 (viz. Obrázek 10). Palivo slouží pro dopravní prostředky letiště.

Tabulka 17: Klasifikační charakteristiky motorové nafty

Látka (přípravek)	Symbol nebezpečnosti	R-věty
Motorová nafta	Xn, N	R40, R51/53, R65, R66

Součástí objektu je ocelová dvouplášťová podzemní nádrž o objemu 32 m³, dva výdejní stojany a zastřešení nad celou touto manipulační plochou. Nádrž s motorovou naftou je uložena nad hladinou podzemních vod, výdejní stojany jsou umístěny na betonovém chodníku, přístřešek tvoří ocelová konstrukce a celá manipulační plocha je spádována do bezodtokové jímky na úkapy o objemu 3 m³. Nádrž je vybavena plovákovou signalizací hladiny, která chrání nádrž proti přeplnění a signalizuje mezní stavy hladiny. Čištění nádrže je zajištěno odbornou firmou a provádí se jednou za dva roky.

3.4.5 Terminál nákladní letecké přepravy

Na jihozápadní stojánce je vybudován dočasný terminál nákladní letecké přepravy (tzv. cargo terminál). Pracoviště je pronajímáno externím subjektům, které se specializují na leteckou přepravu zboží. V terminálu a na samotné stojánce dochází k manipulaci nákladu pomocí vysokozdvizných vozíků.

V současné době je v oblasti registrován zvýšený výskyt nebezpečných látek všech tříd nebezpečnosti s výjimkou třídy 7 – radioaktivní látky. Je tedy pravděpodobné, že zde bude v budoucnu docházet k manipulaci s nebezpečnými látkami.

V prvním případě bude brán v úvahu výskyt typického představitele látek ohrožující ŽP, kterým je epoxidová pryskyřice na bázi bisfenolu s obchodním názvem Epoxidová pryskyřice EP 70. Epoxidové pryskyřice EP 70 je povoleno letecky přepravovat pod označením UN 3082 – Látky ohrožující ŽP, kapaliny. Maximální povolené množství pro leteckou přepravu *Manuálem IATA DGR* tohoto materiálu je 450 litrů. Klasifikační zařazení přípravku je patrné z tabulky (viz. Tabulka 18).

Tabulka 18: Klasifikační charakteristiky epoxidové pryskyřice EP 70

Látka (přípravek)	Symbol nebezpečnosti	R-věty
Epoxidová pryskyřice EP 70	Xn, N	R36/38, R43, R51/53, R58

Druhou variantou je přítomnost toxických látek respektive vysoce toxických látek. Charakteristickými představiteli této skupiny látek jsou pesticidy. Pro potřeby analýz byl zvolen pesticid s obchodním názvem Furadan 350 F. Tento přípravek lze letecky přepravovat pod označením UN 2992 – Pesticid karbamát, kapalný, toxický, (Carbofuran). Maximální povolené množství pro leteckou přepravu *Manuálem IATA DGR* materiálu je 220 litrů. Klasifikační zařazení přípravku je patrné z tabulky (viz. Tabulka 19).

Tabulka 19: Klasifikační charakteristiky pesticidu Furadan 350 F

Látka (přípravek)	Symbol nebezpečnosti	R-věty
Furadan 350 F	T+, N	R20, R28, R50/53

3.5 Souhrn látek nebezpečných pro ŽP

Maximální plnění všech zásobníků a nádrží LPH a nádrže se skladovanou motorovou naftou je prováděno na 90 %. V tabulce (viz. Tabulka 20) je uveden souhrnný přehled všech nebezpečných látek pro ŽP vyskytujících se na území letiště. Uvedeno je také maximální skladované množství v jednotlivých zařízeních, které bude uvažováno při pozdějším zpracovávání metodik EAI a H&V index.

Tabulka 20: Souhrnný přehled nebezpečných látek pro ŽP

Látka (přípravek)	Lokalizace	Maximální uvažované množství [t]
Letecký petrolej JET A-1	Nadzemní zásobník I – objekt 14	72
	Nadzemní zásobník II – objekt 14	72
	Automobilové cisterny – objekt 14	28,8
Letecký benzín AVGAS 100 LL	Podzemní nádrž – objekt 12	15,75
	Automobilová cisterna – objekt 14	5,46
Motorová nafta	Podzemní nádrž – objekt 10	23,04
Epoxidová pryskyřice EP 70	Cargo terminál – JZ stojánka	0,45
Furadan 350 F	Cargo terminál – JZ stojánka	0,22

V prostorách letiště se nacházejí další nebezpečné látky – některé druhy olejů, avšak jejich množství je v porovnání s výše uvedenými látkami zanedbatelné. Z tohoto důvodu nebudou zahrnuty do hodnocení environmentálních rizik.

3.6 Scénáře možných úniků nebezpečných látek pro ŽP

V souvislosti se skladováním, transportem a manipulací nebezpečných látek může nastat několik případů, které mohou mít za následek nepříznivé účinky na ŽP v zájmové lokalitě a nejbližším okolí. Níže jsou uvedeny scénáře možných úniků těchto látek.

3.6.1 Únik leteckého petroleje JET A – 1

Únik z nadzemních zásobníků

K úniku obsahu nadzemních zásobníků může dojít v případě poškození nádrží (např. automobilová nehoda, koroze). Při úniku menšího množství než 16 m³ by nedošlo k průniku do okolního prostředí, protože by byl únik zachycen v havarijní jímce o přibližně této kapacitě. V případě úniku větších množství by bylo okolní prostředí kontaminováno, letecký petrolej by byl odváděn dešťovou kanalizací do ORL „C“. V případě intenzivních přívalových

srážek lze očekávat překročení maximální průtokové kapacity přiváděných vod do ORL a následnému průniku ropné látky do řeky Odry a okolního prostředí.

Únik během stáčení z / do automobilové cisterny

Letecký petrolej JET A – 1 je přivážen automobilovými cisternami a stáčen do nadzemních ukládacích nádrží kompaktním čerpacím zařízením. Stáčecí přijímací místo nádrží je vybaveno koncovým šroubením s hadicí opatřenou rychlospojkou a zařízením pro vzorkování přivezeného paliva. Stáčecí výdejní místo autocisterny je rovněž vybaveno kompaktním čerpacím zařízením, jehož čerpadlo je blokováno od snímače minimální hladiny v příslušné nádrži. Opačným procesem je vyprazdňování nadzemních zásobníků leteckého petroleje JET A – 1. Jedná se o plnění autocisteren tímto palivem a následný transport k letadlům určeným k dotankování. Oba procesy (vyprazdňování a doplňování) se uskutečňují v prostoru uskladnění leteckého petroleje – objekt 14. Únik veškerého množství leteckého petroleje z jedné automobilové cisterny by byl zachycen v havarijní jímce o kapacitě 16 m³.

K úniku může dojít v důsledku technické závady čerpacích zařízení automobilové cisterny, v případě mechanického poškození cisterny popřípadě hadic a v neposlední řadě při nedodržování předepsaných pracovních postupů.

Únik z automobilové cisterny během transportu

Letecký petrolej je přepravován mobilními prostředky téměř po celé ploše zájmového území. Nejčastěji se automobilové cisterny pohybují v centrální části letiště, kde je nejhustší provoz letadel. Občas ale nastávají případy, kdy se musí zajistit doplnění nákladních a jiných letadel na ostatních stojánkách. V tom případě se pohybují cisterny po obslužným komunikacích uvnitř letiště.

K únikům může dojít v jakékoli části letiště v případě nehody automobilové cisterny. Přesná lokalizace potenciálního úniku je těžko odhadnutelná. Scénář předpokládá únik do dešťové kanalizace vedoucí do ORL a na zpevněné i nezpevněné plochy nejfrekventovanějších míst, kterými jsou centrální, jihovýchodní a severní stojánka. V případě intenzivních přívalových srážek dojde k překročení maximální průtokové kapacity přiváděných vod do ORL a následnému průniku ropné látky do vodních toků a okolního prostředí.

Únik z nádrží letadla

Letadla se pohybují po zpevněných plochách letiště, kterými jsou vzletová a přistávací dráha, pojízďecí dráhy a jihozápadní, centrální a severní stojánka. Letecký petrolej může uniknout

z nádrží v důsledku letecké nehody, srážky s mobilními technickými prostředky a při nedodržování pracovních postupů obsluhy při doplňování. Scénář předpokládá únik paliva na nezpevněnou plochu a do dešťové kanalizace vedoucí do ORL. V případě intenzivních přívalových srážek dojde k překročení maximální průtokové kapacity přiváděných vod do ORL a následnému průniku ropné látky do vodních toků a okolního prostředí.

Splach zplodin hoření

Hořením dojde k úniku spalín (toxické plyny, saze). Při použití hasebních prostředků může dojít ke splachu spalín do kanalizace a na nezpevněnou plochu. K takovému scénáři dojde v případě rozsáhlého požáru. V případě intenzivních přívalových srážek dojde k překročení maximální průtokové kapacity přiváděných vod do ORL a následnému průniku nebezpečných látek do okolních vodních toků a okolního prostředí.

3.6.2 Únik leteckého benzínu AVGAS 100 LL

Únik z podzemního zásobníku

Poškození nádrže (např. koroze) může vést k úniku obsahu nádrže do podzemních vod a kontaminaci půdy v okolí objektu. Při pozdějších výpočtech bude bráno v úvahu maximální skladované množství.

Únik během stáčení z / do automobilové cisterny

Letecký AVGAS 100 LL je přivážen automobilovými cisternami a stáčen do podzemní ukládací nádrže kompaktním čerpacím zařízením. Opačným procesem (analogicky jako u paliva JET A – 1) je vyprazdňování podzemního zásobníku leteckého benzínu. Jedná se o plnění autocisteren tímto palivem a následný transport k letadlům určeným k dotankování. Protože se všechny uvedené manipulace provádějí v objektu 14, nelze předpokládat kontaminace okolního prostředí a průnik leteckého benzínu do dešťové kanalizace. Veškeré množství ropné látky uniklé z jedné automobilové cisterny by mělo být odvedeno do záchytné jímky o objemu 16 m³ po zpevněných vyspádaných plochách.

K úniku může dojít v důsledku technické závady čerpacích zařízení automobilové cisterny, v případě mechanického poškození cisterny popřípadě hadic a v neposlední řadě při nedodržování předepsaných pracovních postupů.

Únik z automobilové cisterny během transportu

Leteckým benzinem jsou doplňovány malé letouny, a to především na centrální stojánce. K úniku může dojít v důsledku nehody automobilové cisterny v prostoru centrální stojánky. Scénář předpokládá únik do dešťové kanalizace a na zpevněné i nezpevněné plochy. V případě intenzivních přívalových srážek dojde k překročení maximální průtokové kapacity přiváděných vod do ORL a následnému průniku ropné látky do řeky Odry a okolního prostředí.

Únik z nádrží letadla

Letadla se pohybují po zpevněných plochách letiště, kterými jsou vzletová a přistávací dráha, pojížděcí dráhy a jihozápadní, centrální a severní stojánka. Letecký benzin může uniknout z nádrží v důsledku letecké nehody, srážky s mobilními technickými prostředky a při nedodržování pracovních postupů obsluhy při doplňování. Scénář předpokládá únik paliva na nezpevněnou plochu a do dešťové kanalizace vedoucí do ORL. V případě intenzivních přívalových srážek dojde k překročení maximální průtokové kapacity přiváděných vod do ORL a následnému průniku ropné látky do vodních toků a okolního prostředí.

Splach zplodin hoření

Hořením dojde k úniku spalin (toxické plyny, saze). Při použití hasebních prostředků může dojít ke splachu spalin do kanalizace a na nezpevněnou plochu. K takovému scénáři dojde v případě rozsáhlého požáru. V případě intenzivních přívalových srážek dojde k překročení maximální průtokové kapacity přiváděných vod do ORL a následnému průniku nebezpečných látek do okolních vodních toků a okolního prostředí.

3.6.3 Únik motorové nafty

Únik z podzemního zásobníku

V důsledku poškození nádrže (např. koroze) je možný únik obsahu nádrže do podzemních vod. V tomto případě bude předpokládán únik maximálního skladovaného množství.

Únik během výdeje motorové nafty

Předpokládá se únik motorové nafty na zpevněnou plochu čerpací stanice automobilových pohonných hmot, která je odkanalizovaná do záchytné jímky o kapacitě 3 m³. V případě technologické poruchy výdejního zařízení a špatné manipulace je možný následný průnik do dešťové kanalizace odvádějící dešťové vody do ORL „F“. V případě intenzivních přívalových

srážek dojde k překročení maximální průtokové kapacity přiváděných vod do ORL a následnému průniku ropné látky do řeky Lubiny a okolního prostředí.

Únik motorové nafty během stáčení z automobilové cisterny

V případě úniku během stáčení se motorová nafta dostane na zpevněnou plochu stáčiště. V případě mechanické poruchy automobilové cisterny a špatné manipulace je možný následný průnik do dešťové kanalizace odvádějící dešťové vody do ORL „F“ V případě intenzivních přívalových srážek dojde k překročení maximální průtokové kapacity přiváděných vod do ORL a následnému průniku ropné látky do řeky Lubiny a okolního prostředí.

Splach zplodin hoření

Hořením dojde k úniku spalin (toxické plyny, saze). Při použití hasebních prostředků může dojít ke splachu spalin do kanalizace a na nezpevněnou plochu. K takovému scénáři dojde v případě rozsáhlého požáru. V případě intenzivních přívalových srážek dojde k překročení maximální průtokové kapacity přiváděných vod do ORL a následnému průniku nebezpečných látek do řeky Lubiny a okolního prostředí.

3.6.4 Únik letecky přepravovaných látek

Neopatrná manipulace při nakládání přípravku do letadla (pomocí vysokozdvizných vozíků) může vést k poškození certifikovaného balení – sudů a rozliti kapaliny na zpevněné i nezpevněné plochy severovýchodní stojánky. Může také dojít k průniku látky do kanalizace odvádějící dešťové vody do ORL „A“, z kterého jsou dešťové vody dále odváděny Albrechtičským potokem do řeky Odry. V případě intenzivních přívalových srážek dojde k překročení maximální průtokové kapacity přiváděných vod do ORL. Scénář předpokládá kontaminaci Albrechtičského potoka, následně řeky Odry a okolního prostředí.

3.7 Aplikace metodiky Environment-Accident Index (EAI)

V této části diplomové práce budou pomocí metodiky EAI analyzovány vybrané scénáře potenciálních úniků nebezpečných látek v prostorách letiště. Každý scénář bude následně ohodnocen podle závažnosti dopadů na ŽP.

3.7.1 Selekce scénářů možných úniků nebezpečných látek pro ŽP

Hodnocení dopadů na ŽP metodou EAI bude zpracováno pro následující scénáře:

1. Únik Leteckého petroleje JET A – 1 z nadzemních zásobníků
2. Únik Leteckého petroleje JET A – 1 z automobilové cisterny během transportu
3. Únik Leteckého petroleje JET A – 1 z nádrží letadla
4. Únik Leteckého benzínu Avgas 100 LL z podzemního zásobníku
5. Únik Leteckého benzínu Avgas 100 LL z automobilové cisterny během transportu
6. Únik motorové nafty z podzemní nádrže
7. Únik letecky přepravovaných látek

Kromě výše uvedených havarijních situací byl v předchozí kapitole (3.6 Scénáře možných úniků nebezpečných látek pro ŽP) dále vymezen splach zplodin hoření ropných produktů. Tento scénář nebude v diplomové práci hodnocen, neboť přesahuje rámec environmentálního hodnocení metodou EAI.

3.7.2 Výpočet indexů EAI

1. Únik Leteckého petroleje JET A – 1 z nadzemních zásobníků

Index závažnosti dopadů havárií na ŽP byl stanoven pro dvě varianty úniků. Nejprve jsem předpokládal nejhorší možný scénář, kdy by letecký petrolej unikl z obou nadzemních zásobníků najednou. Druhým a pravděpodobnějším případem bylo stanovení indexu EAI pro únik látky z jedné nadzemní nádrže (viz. Tabulka 21).

Tabulka 21: EAI pro únik Leteckého petroleje JET A – 1 z nadzemních zásobníků

Scénář	Lokalizace	Zařízení	Uvažované množství [t]	Tox	Am	Con	Sol	Sur	EAI
Únik paliva (2 zásobníky)	Sklad LPH	Nadzemní zásobníky	131,2	6	7	4	1	7	504
Únik paliva (1 zásobník)			65,6	6	7	4	1	7	504

Z tabulky je patrné, že v obou případech bude dopad na ŽP závažný (kategorie C), protože výsledný index $EAI > 500$. Tato skutečnost je zapříčiněna velkým množstvím (Am) a poměrně vysokou toxicitou (Tox) uniklé látky. Výsledný index EAI je ovlivněn především proměnnými Am a Tox , které jsou v tomto případě vysoké.

2. Únik Leteckého petroleje JET A – 1 z automobilové cisterny během transportu

Automobilové cisterny s leteckým petrolejem jsou mobilním zdrojem rizik v prostorách letiště. Index EAI byl stanoven pro 3 nejfrekventovanější lokality letiště (viz. Tabulka 22), kterými jsou:

- I. centrální stojánka,
- II. jihovýchodní stojánka,
- III. severní stojánka.

Při výpočtech byl uplatněn deterministický model, kdy se předpokládal únik maximálního přepravovaného množství látky jednou cisternou.

Tabulka 22: EAI pro únik Leteckého petroleje JET A – 1 z automobilové cisterny

Scénář	Lokalizace	Zařízení	Uvažované množství [t]	Tox	Am	Con	Sol	Sur	EAI
Únik během transportu	Centrální stojánka	Automobilová cisterna	14,4	6	5	4	1	7	360
	JZ stojánka	Automobilová cisterna	14,4	6	5	4	1	5	300
	S stojánka	Automobilová cisterna	14,4	6	5	4	1	7	360

Index EAI všech úniků leteckého petroleje z automobilové cisterny v definovaných lokalitách letiště se nacházejí v intervalu 100 – 500. Dopady na ŽP budou v těchto případech středně závažné – kategorie B podle metodiky EAI [20].

3. Únik Leteckého petroleje JET A – 1 z nádrží letadla

Pro výpočet EAI jsem vzal v úvahu následující množství uniklého paliva v blízkosti vzletové a přistávací dráhy (viz. Tabulka 23):

- I. maximálního množství všech nádrží letounu An-124 Ruslan,
- II. 1/2 maximálního množství všech nádrží letounu An-124 Ruslan,
- III. 1/5 maximálního množství všech nádrží letounu An-124 Ruslan.

Tabulka 23: EAI pro únik Leteckého petroleje JET A – 1 z nádrží letadla

Scénář	Lokalizace	Zařízení	Uvažované množství [t]	Tox	Am	Con	Sol	Sur	EAI
Únik max. množství	VPD	An-124 Ruslan	214	6	7	4	1	7	504
Únik 1/2 max. množství			107	6	7	4	1	7	504
Únik 1/5 max. množství			42,8	6	5	4	1	7	360

Únik veškerého množství leteckého petroleje z transportního letounu An-124 Ruslan je hodnocen jako závažný. Stejný závěr platí pro únik polovičního množství paliva z plně natankovaného letounu. V obou případech výsledný index EAI = 504, tzn. závažný dopad na ŽP, kategorie C. Výsledný index EAI je ovlivněn především proměnnými Am a Tox, které jsou v tomto případě vysoké.

V případě, že by došlo k úniku „pouze“ 1/5 maximální kapacity nádrží An-124 Ruslan, byl by dopad na ŽP pozitivnější. Pro tento scénář byl totiž výsledný index EAI stanoven na 360, tzn. středně závažný dopad na ŽP, kategorie B.

4. Únik Leteckého benzínu Avgas 100 LL z podzemního zásobníku

Při výpočtu byl opět uplatněn deterministický model, kdy se předpokládal únik maximálního skladovaného množství leteckého benzínu (viz. Tabulka 24).

Tabulka 24: EAI pro únik Leteckého benzínu Avgas 100 LL z podzemního zásobníku

Scénář	Lokalizace	Zařízení	Uvažované množství [t]	Tox	Am	Con	Sol	Sur	EAI
Únik max. množství paliva z nádrže	Sklad LPH	Podzemní nádrž	15,75	6	5	4	1	7	360

Při úniku 15,75 tun leteckého benzínu z podzemního zásobníku budou dopady na ŽP středně závažné. Tento scénář spadá do kategorie B, protože výsledný index EAI je v intervalu 100 – 500.

5. Únik Leteckého benzínu Avgas 100 LL z automobilové cisterny během transportu

Automobilové cisterny s leteckým benzinem jsou mobilním zdrojem rizik v prostorách letiště. Index EAI byl stanoven pouze pro okolní prostor centrální stojánky letiště pro případ úniku maximálního převáženého množství leteckého benzínu (viz. Tabulka 25).

Tabulka 25: EAI pro únik Leteckého benzínu Avgas 100 LL z automobilové cisterny

Scénář	Lokalizace	Zařízení	Uvažované množství [t]	Tox	Am	Con	Sol	Sur	EAI
Únik max. množství paliva z cisterny	Centrální stojánka	Automobilová cisterna	5,46	6	5	4	1	7	360

Při úniku 5,46 tun leteckého benzínu z automobilové cisterny v prostoru centrální stojánky budou dopady na ŽP středně závažné. Tento scénář spadá do kategorie B, protože výsledný index EAI je v intervalu 100 – 500.

6. Únik motorové nafty z podzemní nádrže

Při výpočtu byl uplatněn deterministický model, kdy se předpokládal únik maximálního skladovaného množství motorové nafty (viz. Tabulka 26).

Tabulka 26: EAI pro únik motorové nafty z podzemní nádrže

Scénář	Lokalizace	Zařízení	Uvažované množství [t]	Tox	Am	Con	Sol	Sur	EAI
Únik max. množství paliva z nádrže	Čerpací stanice	Podzemní nádrž	23,04	4	5	4	1	7	240

Výsledný index EAI = 240 spadá také do kategorie B. Dopady na ŽP v případě úniku maximálního skladovaného množství motorové nafty budou středně závažné.

6. Únik letecky přepravovaných látek

Index EAI byl stanoven pro maximální povolená množství nebezpečných látek v letecké přepravě podle mezinárodních předpisů (viz. Tabulka 27).

Tabulka 27: EAI pro únik letecky přepravovaných látek

Scénář	Lokalizace	Zařízení	Uvažované množství [t]	Tox	Am	Con	Sol	Sur	EAI
Únik Epoxidové pryskyřice EP 70	JZ stojánka	Certifikované ocelové sudy	0,45	8	1	4	1	5	80
Únik pesticidu Furan 350 F			0,22	10	1	4	5	5	140

Dle výsledného indexu EAI pro případ úniku epoxidové pryskyřice lze konstatovat, že dopady na ŽP budou malého rozsahu – kategorie závažnosti A. Při úniku druhého zvoleného zástupce, kterým je pesticid Furan 350 F, budou dopady na ŽP středně závažné – kategorie závažnosti B. Výsledky tohoto hodnocení byly ovlivněny zejména maximálním manipulovaným množstvím, které bylo v porovnání se zástupci ropných produktů skladovaných na letišti několikanásobně menší.

3.7.3 Vyhodnocení aplikace metodiky EAI

Hodnocení dopadů havárií na ŽP bylo provedeno metodou používanou členskými státy Evropské unie. Výpočty proměnných a indexů EAI vybraných zdrojů rizik jsou uvedeny v příloze (viz. Přílohy 4, 5). Na základě zkoumaných scénářů možného rozšíření nebezpečných látek do ŽP prostředí letiště byly analýzou identifikovány 2 zdroje rizika, jejichž výsledná hodnota „EAI“ přesahuje mezní hodnotu 500.

Jedná se o tato zařízení:

1. nadzemní zásobníky s Leteckým petrolejem JET A – 1,
2. letoun An-124 Ruslan s Leteckým petrolejem JET A – 1.

Dále pak v souvislosti s provozováním těchto zařízení byly metodou identifikovány scénáře havárií, které by měly za následek závažné poškození ŽP v prostorách letiště:

1. únik obsahu z obou nadzemních zásobníků s Leteckým petrolejem JET A - 1 v důsledku poškození zařízení (např. automobilová nehoda, koroze),
2. únik obsahu z jednoho nadzemního zásobníků s Leteckým petrolejem JET A - 1 v důsledku poškození zařízení (např. automobilová nehoda, koroze)
3. únik maximálního množství Leteckého petroleje JET A – 1 z nádrží letounu An-124 Ruslan v důsledku letecké nehody,
4. únik polovičního množství Leteckého petroleje JET A – 1 z nádrží letounu An-124 Ruslan v důsledku letecké nehody.

3.8 Aplikace metodiky H&V index

Analýza dopadů havárií s účastí nebezpečné látky na ŽP „H&V index“ bude zpracována v těchto krocích:

- a. selekce scénářů možných úniků nebezpečných látek pro ŽP,
- b. stanovení indexů nebezpečnosti látky pro ŽP,
- c. stanovení indexů zranitelnosti území vůči potenciálním únikům nebezpečných látek,
- d. určení závažnosti potenciálních úniků na ŽP,

3.8.1 Selektce scénářů možných úniků nebezpečných látek pro ŽP

Analýza dopadů havárií na ŽP bude zpracována pro následující scénáře možných úniků nebezpečných látek pro ŽP:

1. Únik Leteckého petroleje JET A – 1 z nadzemních zásobníků
2. Únik Leteckého petroleje JET A – 1 z nádrže letounu An-124 Ruslan v důsledku letecké nehody
3. Únik Leteckého petroleje JET A – 1 z automobilové cisterny během transportu

Důvodem k zařazení prvního scénáře (únik paliva z nadzemních zásobníků) bylo negativní hodnocení v předchozí analýze (viz. kapitola 3.7) a také skutečnost, že se jedná o permanentní - stálý zdroj rizika na území letiště. Negativně byl také ohodnocen scénář, který předpokládal únik Leteckého petroleje JET A – 1 z vnitřních nádrží transportního letounu An-124 Ruslan, a proto je do analýzy také začleněn. Poslední scénář (únik leteckého petroleje z cisterny během transportu) byl zařazen vzhledem ke skutečnosti, že se jedná o mobilní zdroj rizika s velkým množstvím nebezpečné látky. Ostatní dříve uvedené scénáře byly vyřazeny buď z důvodu malého množství nebezpečné látky nebo proto, že v rámci aplikované metodiky EAI vyšel jejich výsledný index menší než 500, a tedy málo závažné až zanedbatelné následky. Roli hrály také podmínky nakládání s nebezpečnými látkami (z tohoto důvodu například nebudou dále hodnoceny podzemní zásobníky).

Pro aplikaci metody H&V index je také nutné stanovit frekvence vrcholových událostí vybraných scénářů potenciálních úniků. Pro výpočet této frekvence jsem použil analýzu stromem událostí (ETA). Jedná se o metodu, která sleduje průběh procesu od iniciační události vždy na základě dvou možností – příznivé a nepříznivé. Vstupní frekvence iniciačních událostí hodnocených scénářů jsem genericky převzal z příručky pro kvantitativní hodnocení rizik - tzv. Purple Book [61]. Pro únik LPH z nádrže letounu An-124 Ruslan jsem hodnotu frekvence iniciačních událostí stanovil expertním odhadem. Výsledné stromy událostí pro únik Leteckého petroleje JET A-1 z nadzemního zásobníku, nádrže letounu An-124 Ruslan a automobilové cisterny jsou uvedeny v příloze diplomové práce (viz. Příloha 6).

3.8.2 Stanovení indexů nebezpečnosti látky pro ŽP

Pro výpočty indexů nebezpečnosti látky pro ŽP budou využity metodikou [19] navržené klasifikační tabulky. Prvním a základním krokem před evaluací nebezpečnosti látky pro ŽP je

zjištění, má-li látka toxikologické vlastnosti. Hodnotícím kritériem pro posouzení jsou věty označující specifickou rizikovost - R-věty. Látky jsou na základě těchto vět rozděleny do dvou skupin. Do první patří látky vysoce toxické a látky s dlouhodobými nepříznivými účinky v životním prostředí, látky toxické či škodlivé pro životní prostředí, látky poškozující reprodukční schopnost, plod v těle matky apod.

Posuzovaným přípravkem v této fázi je Letecký petrolej JET A – 1. Vlastnosti tohoto ropného produktu jsou patrné z tabulky (viz. Tabulka 28). Vlastnosti přípravku jsou charakterizovány větami R51/53 a R65. Přípravek tedy spadá do skupiny látek, které dalšímu posouzení podléhají.

Tabulka 28: Klasifikační charakteristiky Leteckého petroleje JET A - 1

Látka (přípravek)	Symbol nebezpečnosti	R-věty
Letecký petrolej JET A-1	Xn, N	R10, R38, R51/53, R65

Stanovení indexu toxické nebezpečnosti pro biotickou složku prostředí T_B

K stanovení indexu využiji údaje o koncentraci LC_{50} pro potkana (inhalačně) a zařadím podle tabulky uvedené v metodice (viz. Příloha 7). Informaci o koncentraci LC_{50} pro potkana získám z bezpečnostního listu přípravku [55]. Výsledný index T_B je uveden v tabulce (viz. Tabulka 29).

Tabulka 29: Výsledný index T_B pro biotickou složku prostředí

Toxicita pro biotickou složku prostředí	Míra toxicity	Index T_B
LC_{50} inhalační, potkan: 1 - 5 mg/l	Středně toxický	2

Stanovení indexu toxické nebezpečnosti pro půdní prostředí T_S

K hodnocení nebezpečnosti leteckého petroleje pro půdní prostředí využiji toxikologické charakteristiky pro vodní organismy. Vycházím z předpokladu, že je-li látka toxická pro vodní prostředí, musí být toxická také pro prostředí půdní. V bezpečnostním listu zkoumaného přípravku je k dispozici údaj EC_{50} (48 hodin, hrotnatka) = 1,4 mg/l, který použiji pro stanovení indexu toxické nebezpečnosti pro půdní prostředí (viz. Příloha 8). Výsledný index T_S je uveden v tabulce (viz. Tabulka 30).

Tabulka 30: Posouzení toxicity Leteckého petroleje JET A – 1 pro půdu

Toxicita pro vodní organismy	Míra toxicity	Index T_S
EC ₅₀ (48 hodin, hrotnatka): 1 - 10 mg/l	Toxický	3

Stanovení indexu toxické nebezpečnosti pro vodní prostředí T_W

Index toxické nebezpečnosti látky pro vodní prostředí opět stanovím na základě (eko)toxicity látky pro vodní organismy. Významným kritériem je toxikologická charakteristika LC₅₀ pro vodní organismy za 96 hodin a posouzení fyzikálních vlastností látky (viz. Příloha 9). Syntézou vzniká index T_W (viz. Tabulka 31).

Tabulka 31: Posouzení toxicity Leteckého petroleje JET A – 1 pro vodní prostředí

LC₅₀ pro vodní organismy za 96 hodin	Kód toxicity A	Fyzikální vlastnosti	Kód toxicity B	A+B	Míra toxicity	Index T_W
1-10 mg/l	3	Kapalina	4	7	Vysoce toxický	4

Stanovení indexu nebezpečí hořlavosti látky s dopadem na biotickou složku prostředí F_R

Letecký petrolej JET A – 1 je charakterizován specifickou větou rizikovosti R10 (hořlavý). Index nebezpečí hořlavosti látky s dopadem na biotickou složku prostředí je tedy nutné stanovit (viz. Příloha 10). Hodnotícím kritériem jsou fyzikální vlastnosti látky - skupenství látky, parciální tlak par při 20°C a způsob zkapalnění (viz. Tabulka 32).

Tabulka 32: Posouzení nebezpečí hořlavosti Leteckého petroleje JET A – 1 s dopadem na biotu

Fyzikální vlastnosti látky	Index F_R
Hořlavá kapalina, tlak par < 0,3 bar, při 20°C	1

Na základě posouzení vlastností Leteckého petroleje JET A – 1 jsem pomocí metodiky stanovil jednotlivé indexy nebezpečnosti látky. Sumarizace těchto indexů je patrná z tabulky (viz. Tabulka 33).

Tabulka 33: Sumarizace hodnocení nebezpečnosti Leteckého petroleje JET A - 1

Index nebezpečí toxicity pro biotickou složku prostředí	T_B = 2
Index nebezpečí toxicity pro půdní prostředí	T_S = 3
Index nebezpečí toxicity pro vodní prostředí	T_W = 4
Index nebezpečí požáru	F_R = 1

3.8.3 Stanovení indexů zranitelnosti území vůči potenciálním únikům nebezpečný látek

Pro hodnocení zranitelnosti jednotlivých složek ŽP bude využito také prostředků geografických informačních systémů (GIS) s mapovými podklady z veřejně dostupných mapových serverů [60], [50]. Na základě podrobnějšího zmapování lokality LLJO jsem zvolil modelovou zranitelnou zónu okolí letiště o poloměru 2 km (viz. Příloha č. 15). Zohlednil jsem tak přítomnost cenných složek ŽP v nejbližším okolí letiště a možnost jejich kontaminace v důsledku například letecké nehody.

V modelové zóně se nacházejí tato chráněná území:

- CHKO Poodří,
- přírodní rezervace Kotvice,
- přírodní rezervace Koryta,
- přírodní památka Sedlnické sněženky.

Vlastní zpracování mapových výstupů prostřednictvím indexového hodnocení bude realizováno dle tabulek uvedených v metodice (viz. Příloha 11, 12 a 13). Zranitelnost území letiště a jeho blízkého okolí do vzdálenosti 2 km vůči potenciálním únikům nebezpečných látek bude stanovena pro povrchové a podzemní vody, půdu a biotické složky prostředí. Složkám prostředí bude podle metodiky přidělen index v pětistupňové škále, přičemž: [19]

- 1. Zanedbatelná zranitelnost území** – území nemá významnou funkci ani užitnou hodnotu a/nebo v něm dochází k minimálnímu šíření kontaminantu.
- 2. Malá zranitelnost území** – území má nízkou užitnou hodnotu a funkci a/nebo může v něm docházet k přenosu nebezpečné látky do okolí.

3. **Průměrná zranitelnost území** – únikem nebezpečné látky dojde k ohrožení funkce či užitné hodnoty území, tyto lze relativně rychle navrátit (řádově dny) a/nebo v něm dochází k šíření kontaminantu do širšího okolí.
4. **Vysoká zranitelnost území** – malé množství nebezpečné látky vyvolá snížení užitné hodnoty a funkce území na delší dobu a/nebo se může kontaminant územím rychle šířit.
5. **Velmi vysoká zranitelnost** – už malá množství nebezpečné látky mohou způsobit ztrátu funkce či užitných hodnot území a zdrojů v něm a/nebo se v něm mohou škodliviny velmi rychle šířit.

Po aplikaci výše zmíněného postupu jsou dílčím výstupem mapy zranitelnosti složek ŽP v hodnoceném území (viz. Příloha 15). Tyto mapy poslouží jako přehledný podklad k stanovení (respektive vyčtení) indexů zranitelnosti pro povrchové a podzemní vody, půdu a biotické složky prostředí v okolí hodnocených zdrojů rizik (viz. Tabulka 34). Do hodnocení bylo také zařazeno nejbližší chráněné území – CHKO Poodří. Složky ŽP v této lokalitě by mohly být bezprostředně zasaženy ropnou látkou v důsledku letecké nehody.

Tabulka 34: Stanovení indexů zranitelnosti hodnocených složek ŽP

Scénář	Lokalizace	Zranitelnost			
		I_{SW}	I_{UW}	I_S	I_B
1	Sklad LPH	3	2	3	2
2	VPD	3	2	3	3
	CHKO Poodří	3	2	4	5
3	S stojánka	3	2	2	2
	Centrální stojánka	3	2	3	2
	JZ stojánka	3	2	3	2

3.8.4 Určení závažnosti možných úniků

Před odhadem kategorií závažnosti definovaných havárií na ŽP je nutné provést syntézu indexů nebezpečnosti Leteckého petroleje JET A – 1 s indexy zranitelnosti složek prostředí. Toto slučování se provádí pomocí metodikou definovaných vzorců (viz. Příloha 14).

Syntézou se rozumí výpočet:

- indexu toxicity pro povrchové vody I_{TSW} ,
- indexu toxicity pro podzemní vody I_{TUW} ,
- indexu toxicity pro biotickou složku prostředí I_{TB} ,
- indexu toxicity pro půdní prostředí I_{TS} ,
- indexu dopadu hořlavé látky na biotickou složku prostředí I_{FR} .

Tabulka 35: Syntéza indexů nebezpečnosti látky a zranitelnosti prostředí

Nebezpečná látka	Lokalizace	I_{TSW}	I_{TUW}	I_{TB}	I_{TS}	I_{FR}
Letecký petrolej JET A - 1	Sklad LPH	3	3	2	3	1
	VPD	3	3	2	3	2
	CHKO Poodří	4	3	3	3	2
	S stojánka	3	3	2	2	1
	Centrální stojánka	3	3	2	3	1
	JZ stojánka	3	3	2	3	1

Po předchozích výpočtech (syntéze) lze přistoupit k odhadu kategorie závažnosti havárie na ŽP. Odhad je již realizován pro konkrétní množství úniklého paliva v definovaných lokalitách letiště. Bude postupováno podle metodiky a odděleně stanovím kategorie závažnosti jednotlivých úniků pro:

- Letecký petrolej JET A – 1 v povrchových vodách,
- Letecký petrolej JET A – 1 v podzemních vodách,
- Letecký petrolej JET A – 1 v půdním prostředí,
- Letecký petrolej JET A – 1 pro biotickou složku prostředí,
- Letecký petrolej JET A – 1 (hořlavá látka) s dopadem na biotickou složku prostředí.

Stupnice závažnosti dopadů na ŽP je v metodice slovně charakterizována pomocí pětistupňové škály, přičemž:

- A – zanedbatelný dopad havárie na určitou složku ŽP,
- B – malý dopad havárie na určitou složku ŽP,
- C – výrazný dopad havárie na určitou složku ŽP,
- D – velmi výrazný (kritický) dopad havárie na určitou složku ŽP,
- E – maximální (katastrofický) dopad havárie na určitou složku ŽP.

Pro uvedené množství leteckého petroleje vyplývající z deterministického přístupu k výše uvedeným scénářům byly dosaženy hodnoty závažnosti odpovídající úrovním „B“ až „E“ (viz. Tabulka 36).

Tabulka 36: Stanovení závažnosti havárií na složky ŽP

Scénář	Lokalizace	Množství [t]	PV	HG	S	B	HB
1	Sklad LPH	131,2	D	D	D	C	B
		65,6	D	D	D	C	B
2	VPD	214	E	E	E	D	C
		107	D	D	D	C	C
	CHKO Poodří	214	E	E	E	D	C
		107	E	D	D	D	C
3	S stojánka	14,4	C	C	C	B	B
	Centrální stojánka	14,4	C	C	C	B	B
	JZ stojánka	14,4	C	C	C	B	B

Vysvětlivky k tabulce: PV – povrchové vody, HG – podzemní vody, S – půda, B – biotická složka prostředí, HB – hořlavé látky pro biotickou složku prostředí

3.8.5 Vyhodnocení aplikace metodiky H&V index

Metodika H&V index byla aplikována na scénáře úniků, které již byly v diplomové práci negativně hodnoceny metodikou EAI. K definovaným scénářům byly stanoveny kategorie závažnosti (A - E) pro následující složky prostředí: povrchové a podzemní vody, půda a biota. Kategorie závažnosti následků havárií pro ŽP slouží pro vzájemné porovnávání daných rizik.

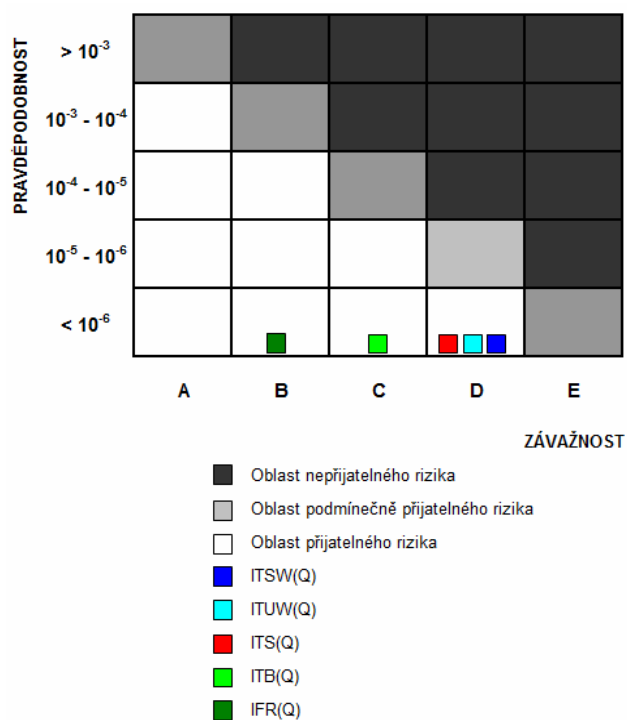
První scénář potenciálního rozšíření kontaminantu do prostředí předpokládal únik leteckého petroleje z nadzemních zásobníků umístěných v centrální části letiště. Závažnost pro složky ŽP byla stanovena pro dvě varianty úniků. Prvním byl únik veškerého skladovaného množství paliva z obou zásobníků, druhou uvažovanou alternativou byl únik maximálního množství

z jednoho zásobníku. Tato diverzifikace ovšem žádným způsobem neovlivnila výsledek a v obou uvažovaných případech byly kategorie závažnosti totožné pro všechny hodnocené složky. Dopady obou variant úniku Leteckého petroleje JET A – 1 z nadzemních zásobníků jsou kritické (velmi výrazné) pro povrchové vody, podzemní vody a půdu.

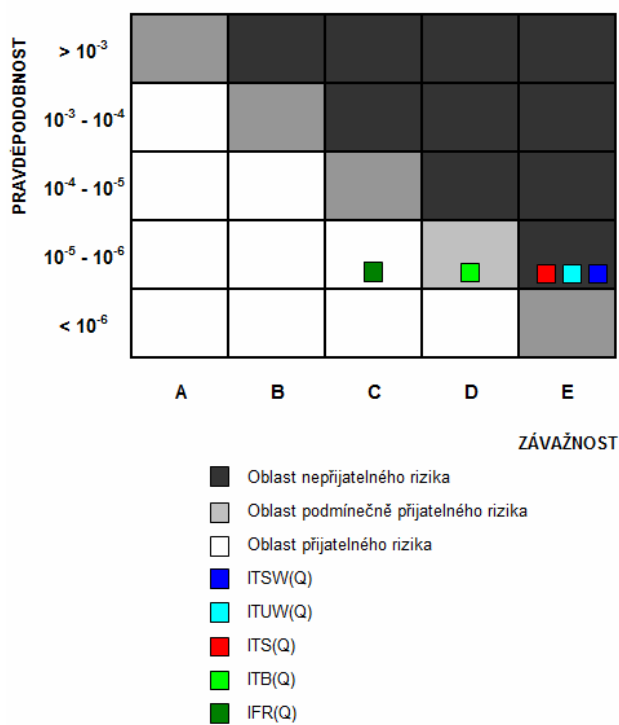
Druhým uvažovaným byl scénář, který předpokládal únik maximálního a polovičního množství leteckého paliva z nádrže letounu An-124 Ruslan v důsledku letecké nehody. Rozsah účinků uniklého leteckého paliva na ŽP byl stanoven pro lokalitu VPD a oblast CHKO Poodří nacházející se v modelové zranitelné zóně letiště. V případě úniku maximální kapacity vnitřní nádrže letounu by byl v obou případech dopad na povrchové vody, podzemní vody a půdu katastrofický – kategorie závažnosti „E“. Za předpokladu, že by uniklo z nádrže letounu poloviční množství Leteckého petroleje JET A – 1, byl by dopad na povrchové vody, podzemní vody, půdu a biotickou složku prostředí velmi výrazný – dle metodiky kategorie „D“.

Pro únik maximálního přepravovaného množství leteckého petroleje automobilovými cisternami v daných lokalitách letiště (scénář 3) byla stanovena výrazná závažnost následků pro povrchové vody, podzemní vody a půdu – kategorie „C“. Závažnost dopadů na ostatní složky odpovídala úrovni „B“ – malý dopad.

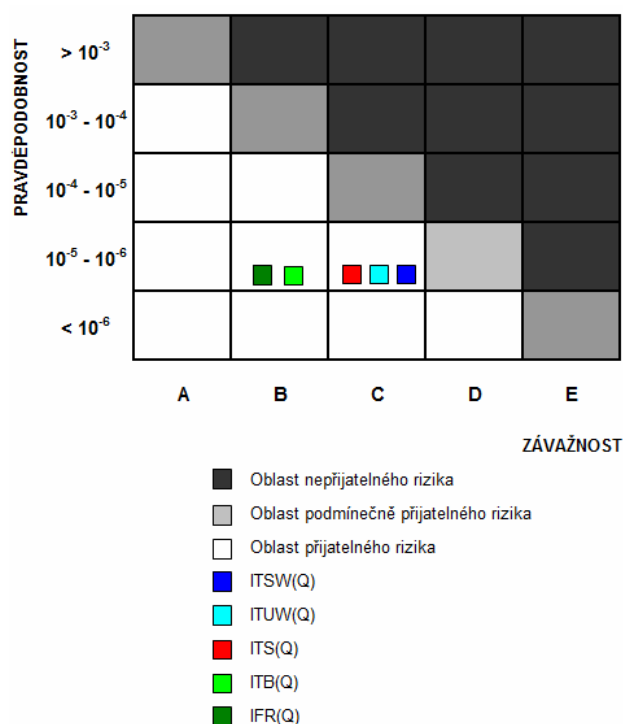
Pro posouzení přijatelnosti účinků definovaných scénářů jsem zpracoval několik níže znázorněných schémat, do kterých jsem zaznamenal kategorie závažnosti jednotlivých scénářů v kombinaci s dříve stanovenými frekvencemi vrcholových událostí (viz. Příloha 6).



Obrázek 13: Přijatelnost dopadů úniku LPH z nadzemního zásobníku



Obrázek 14: Přijatelnost dopadů úniku LPH z nádrže letounu An-124 Ruslan



Obrázek 15: Přijatelnost dopadů úniku LPH z automobilové cisterny

Ze zpracovaných schémat vyplývá, že dopady úniků LPH z nadzemních zásobníků (viz. Obrázek 13) a automobilových cisteren (viz. Obrázek 15) lze hodnotit jako přijatelné dle měřítek přijatelnosti zákona o prevenci závažných havárií. Dopady úniku maximálního množství leteckého petroleje plně natankovaného letounu An-124 Ruslan (viz. Obrázek 14) jsou dle stejného zákona ohodnoceny jako nepřijatelné. Tento výsledek z velké části ovlivnila hodnota závažnosti „E“ pro povrchové vody, podzemní vody a půdu, která znamená katastrofický dopad havárie na tyto složky.

4 Vyhodnocení a diskuse výsledků

Pro výpočty indexů byla v metodice H&V index používána data shromážděná z bezpečnostních listů nebezpečných látek vyskytujících se na letišti. Ve velké míře se používaly standardní R-věty označující specifickou rizikovost. Tyto věty mají být podle nového systému klasifikace a označování chemikálií GHS nahrazeny tzv. H-větami. V teoretické části diplomové práce byl v této oblasti odhalen podstatný nedostatek, kdy se zjistilo, že jsou vymezeny nahrazující H-věty pouze pro vodní ekosystémy. Pro rizikové věty R 54 - toxický pro rostliny, R 55 - toxický pro živočichy, R 56 - toxický pro půdní organismy, R 57 - toxický pro včely, R 58 - může vyvolat dlouhodobé nepříznivé účinky v životním prostředí a R 59 - nebezpečný pro ozonovou vrstvu není dle výše uvedeného systému GHS stanoven ekvivalent. Tento fakt hraje významnou roli pro pozdější analýzy dopadů havárií s účastí nebezpečné látky na životní prostředí metodou H&V index. Z tohoto důvodu by bylo vhodné metodiku H&V index transformovat podle GHS.

Výsledkem analýz za použití deterministického přístupu byla identifikace scénářů, které lze považovat za závažnou havárii podle zákona o prevenci závažných havárií [4]. Jedná se o únik Leteckého petroleje JET A – 1 z nadzemních zásobníků a únik Leteckého petroleje JET A – 1 z nádrže transportního letounu An-124 Ruslan v důsledku letecké nehody. Tyto havárie by měly podle metodiky [19] za následek ekologickou újmu na:

- a. území chráněném podle zvláštních předpisů, tj. zvláště chráněných územích a územích soustavy NATURA 2000, vyhlášených pásmech ochrany vodních zdrojů a pásmech ochrany, zdrojů minerálních vod o rozloze stejné nebo větší než 0,5 ha,
- b. ostatním území o rozloze stejné nebo větší než 10 ha,
- c. vodním toku o délce stejné nebo větší než 10 km,
- d. umělém nebo přirozeném útvaru povrchové vody, které nemají statut vodárenské nádrže, podle zvláštního právního předpisu, o rozloze dosahující nebo přesahující 1 ha.

Dopady úniku maximálního množství leteckého petroleje z plně natankovaného letounu An-124 Ruslan byly dle měřítek zákona o prevenci závažných havárií ohodnoceny jako nepřijatelné (viz.3.8.5). Podnětem k širší diskusi tohoto výsledku může být hodnota frekvence iniciačních událostí stanovená na základě expertního odhadu. Předpokládal jsem frekvenci srovnatelnou s únikem maximálního množství nebezpečné látky z automobilové cisterny.

5 Závěr

V rámci diplomové práce jsem metodou What-if (co se stane, když) definoval nebezpečná místa letiště a zkoumal možné neočekávané události s dopadem na ŽP. Výsledkem byl soubor scénářů úniků nebezpečných látek do ŽP, pro které jsem následně zpracoval vybrané analýzy dopadů havárií s účastí nebezpečné látky – využití metodik EAI a H&V index. [19], [20]

Nejprve byla aplikována švédská metodika EAI, která mi umožnila rychle a efektivně ohodnotit dopady definovaných scénářů na ŽP. Scénáře úniků se závažným dopadem na ŽP byly následně hodnoceny metodou H&V index. Při vlastním posuzování dopadů havárií metodou H&V index vznikl odděleně index nebezpečnosti látky pro ŽP a indexy zranitelnosti území letiště. Indexy nebezpečnosti látky byly vymezeny na základě dat z dostupných bezpečnostních listů. Indexy zranitelnosti prostředí byly stanoveny s využitím prostředků geografických informačních systémů pro území letiště a jeho blízkého okolí do vzdálenosti 2 km. Dalším krokem metodiky bylo určení závažnosti účinků leteckého paliva v povrchových a podzemních vodách, půdním prostředí a v biotické složce prostředí. Součástí byl také odhad závažnosti vlivu hořlavosti leteckého paliva na biotickou složku prostředí. Nakonec byly pro potřebu posouzení přijatelnosti účinků definovaných scénářů zpracovány matice rizik.

Na základě zpracovaných analýz a zjištěných skutečností jsem identifikoval dva nejvýznamnější zdroje rizik vyskytujících se na Letišti Leoše Janáčka Ostrava, kterými jsou nadzemní zásobníky sloužící ke skladování LPH a plně natankovaný letoun An-124 Ruslan. Zmíněný letoun není permanentním zdrojem rizik, jeho výskyt na letišti není pravidelný. Ovšem letecká nehoda doprovázená neiniciováním únikem maximálního množství leteckého paliva z vnitřních nádrží by měla za následek velmi výrazný (kritický) dopad na biotickou složku prostředí a katastrofický dopad na povrchové vody, podzemní vody a půdu. Z matice rizik zpracované v závěru analýzy H&V index vyplynulo, že dopady tohoto scénáře na ŽP lze hodnotit jako nepřijatelné dle legislativně stanovených měřítek.

V případě úniku skladovaného leteckého paliva (Letecký petrolej JET A – 1) z nadzemních zásobníků lze očekávat velmi výrazný (kritický) dopad na povrchové vody, podzemní vody a půdu. Také pro tento scénář byla vypracována matice rizik, ze které vyplynulo, že dopady úniku z nadzemních zásobníků na ŽP lze hodnotit jako přijatelné. Skladování LPH patří mezi profesionální aktivity samostatného provozovatele působícího na letišti. Tento subjekt je

povinen samostatně činit účinná opatření k zamezení vzniku environmentálních havárií, které vyplývají z legislativy.

Důležitým výstupem diplomové práce jsou rovněž mapy zranitelnosti složek ŽP (viz. Příloha 15). Letiště Ostrava, a.s., provozovatel LLJO plní povinnosti v oblasti ochrany jakosti podzemních a povrchových vod a půdy, které vyplývají ze zákona č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů. Podle tohoto zákona má letiště vypracován „*Plán opatření pro případ havarijního zhoršení jakosti vod v areálu Letiště Ostrava – Mošnov*“. V rámci diplomové práce zpracované mapové podklady doporučuji začlenit do tohoto již existujícího dokumentu. Doplnující mapy zranitelnosti mohou sloužit jako efektivní nástroj pro rychlé vyhodnocení zranitelnosti složek ŽP v případě úniků nebezpečných látek v prostorách letiště a jeho nejbližším okolí.

6 Seznam použité literatury

- [1] Zákon č. 17/1992 Sb., o životním prostředí, ve znění pozdějších předpisů.
- [2] Příroda.cz : *Odborný slovník – heslo životní prostředí* [online]. [2010] [cit. 2010-02-22]. Dostupný z WWW: <<http://www.priroda.cz/slovník.php?detail=8>>.
- [3] STUHLÁ, K. *Hodnocení dopadů havárií na životní prostředí*. Fórum mladých odborníků protipožární ochrany. 6. mezinárodní odborný seminář, 17. – 28.10. 2005. s. 7. ISBN: 80-228-1514-4.
- [4] Zákon č. 59/2006 Sb. o prevenci závažných havárií způsobených vybranými nebezpečnými chemickými látkami nebo chemickými přípravky ve znění zákona č. 488/2009 Sb.
- [5] Vyhláška MPO 231/2004 Sb., kterou se stanoví podrobný obsah bezpečnostního listu k nebezpečné chemické látce a chemickému přípravku.
- [6] Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon).
- [7] Zákon č. 440/2008, úplné znění zákona č. 356/2003 Sb., o chemických látkách a chemických přípravcích a o změně některých zákonů, jak vyplývá ze změn provedených zákonem č. 186/2004 Sb., zákonem č. 125/2005 Sb., zákonem č. 345/2005 Sb., zákonem č. 222/2006 Sb. a zákonem č. 371/2008 Sb.
- [8] Aktivní evropský občan: *Ochrana životního prostředí a přírodních zdrojů v EU. Nástroje ochrany životního prostředí* [online]. [2010] [cit. 2010-02-22]. Dostupný z WWW: <<http://www.cpkp.cz/evropskyobcan/manual/nastroje.htm>>.
- [9] POLÁČKOVÁ, R. *Hodnocení dopadů havarijních úniků nebezpečných látek z průmyslové činnosti do vodního prostředí*. Bakalářská práce. Ostrava: VŠB-TUO, Fakulta bezpečnostního inženýrství, 2009, 58 s.
- [10] SUCHÁNEK, J. *Aplikace metodiky Environment-Accident-index při hodnocení dopadů havárií na životní prostředí*. Ostrava, Bakalářská práce na Fakultě bezpečnostního inženýrství Vysoké školy báňské na katedře bezpečnostního managementu. Vedoucí bakalářské práce ing. Kateřina Sikorová. 2008. 37 s.
- [11] Směrnice Rady 91/692/EHS ze dne 23. prosince 1991, kterou se normalizují a racionalizují zprávy o provádění některých směrnic týkajících se životního prostředí.

- [12] Major Accident Hazards Bureau (MAHB). Dostupný z WWW: <<http://mahbsrv.jrc.it/>>.
- [13] WETTIG, J. PORTER, S. *The Seveso II Directive* [online]. 1999. 25 s. [2010] [cit. 2010-02-23]. Dostupný z WWW: <mahbsrv.jrc.it/downloads-pdf/Seveso2-Directive.pdf>.
- [14] Zákon č.100/2001 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí a o změně některých souvisejících zákonů.
- [15] Zákon č. 244/1992 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí.
- [16] BERNATÍK A., NEVRLÁ P., *Vliv havárií na životní prostředí*. Ostrava, 2005. ISBN 80-86634-46-9.
- [17] BERNATÍK A., *Prevence závažných havárií I*, SPBI, Ostrava, 2006. ISBN 80-86634-89-2.
- [18] BERNATÍK A. *Prevence závažných havárií II*. SPBI, Ostrava, 2006. ISBN 80-86634-89-2.
- [19] VOJKOVSKÁ K., DANIHELKA P. *Metodika pro analýzu dopadů havárií s účastí nebezpečné látky na životní prostředí (H&V index)*. VŠB-TUO, Ostrava, 2002.
- [20] SCOTT, A., TYSKLIND, M., FÄNGMARK, I.: *Environment-Accident Index, A planning tool to protect the environment in case of a chemical accident*. ISBN 91-7305-577-8. Sweden, 2004.
- [21] CENIA, česká informační agentura životního prostředí [online]. [2010] [cit. 2010-02-23]. Dostupný z WWW: <http://www.cenia.cz/_C12571B20041F1F4.nsf/index.html>.
- [22] Zákon č. 76/2002 Sb., o integrované prevenci a omezování znečištění, o integrovaném registru znečišťování a o změně některých zákonů (zákon o integrované prevenci).
- [23] Ministerstvo životního prostředí České republiky: Rizika pro životní prostředí / Havárie / Metodické pokyny OER [online]. [2010] [cit. 2010-02-24]. Dostupný z WWW: <http://iris.env.cz/AIS/web-pub2.nsf/cz/metodicke_pokyny_odboru_enviro_rizik>.

- [24] Econnect: *Před třiceti lety došlo k dioxinové havárii v Sevesu* [online]. [2010] [cit. 2010-02-24]. Dostupný z WWW: <<http://zpravodajstvi.ecn.cz/?x=1910598>>.
- [25] Sdružení Arnika: Hlavní strana / Dioxiny / Havárie a požáry / Seveso [online]. [2010] [cit. 2010-02-24]. Dostupný z WWW: <<http://www.toxickelatky.arnika.org/seveso>>.
- [26] Planet-Wissen – Umweltkatastrophen: Natur & Technik / Naturschutz / Umweltverschmutzung / Umweltkatastrophen [online]. [2010] [cit. 2010-02-24]. Dostupný z WWW: <http://www.planet-wissen.de/natur_technik/naturschutz/umweltverschmutzung/top_umweltkatastrophen.jsp>.
- [27] Mika, O. J. *Chemická havárie v Bhopálu 1984 (Stručná případová studie)*. VII. ročník Mezinárodní konference medicíny katastrof Zlín 23.-25.6.2003. s. 4.
- [28] Britské listy: *V Bhópálu už 19 let pokračuje největší průmyslová katastrofa v dějinách* [online]. [2010] [cit. 2010-02-24]. Dostupný z WWW: <<http://www.blisty.cz/art/16135.html>>.
- [29] GREENPEACE Česká republika: *25 let od bhópálské tragédie* [online]. [2010] [cit. 2010-02-24]. Dostupný z WWW: <<http://www.greenpeace.org/czech/news/25-let-od-bh-palske-tragedie>>.
- [30] PRI's The World: *Bhopal disaster: 25 years later* [online]. [2010] [cit. 2010-02-24]. Dostupný z WWW: <<http://www.theworld.org/2009/12/02/bhopal-disaster-25-years-later/>>.
- [31] Environmentální vzdělávací program Nadačního fondu Prague Post. *Ekologické havárie*. ročník. 4, číslo 6, 4. prosince 2002. s. 4.
- [32] WIKIPEDIE, otevřená encyklopedie: *Exxon Valdez* [online]. [2010] [cit. 2010-02-24]. Dostupný z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Exxon_Valdez>.
- [33] SIKOROVÁ, K. *Hodnocení environmentálních dopadů v kontextu řízení prevence závažných havárií*. Ostrava, Doktorská disertační práce na Fakultě bezpečnostního inženýrství Vysoké školy báňské. 2008.
- [34] STUHLÁ, K. *Hodnocení dopadů závažných havárií na životní prostředí*. Ostrava, Disertační práce na Hornicko-geologické fakultě Vysoké školy báňské. 2008.

- [35] Integrovaný registr znečišťování: Informace o látkách ohlašovaných do IRZ [online]. [2010] [cit. 2010-02-24]. Dostupný z WWW: <<http://www.irz.cz/obsah/ohlasovane-latky#seznam>>.
- [36] GREENPEACE Slovensko: *Dnes je desať rokov od toxickej havárie v Baia Mare* [online]. [2010] [cit. 2010-02-24]. Dostupný z WWW: <<http://www.greenpeace.org/slovakia/press/tlacove-spravy/dnes-je-desa-rokov-od-toxicke>>.
- [37] Česká inspekce životního prostředí: *Příklady významných vodohospodářských havárií od r. 1964* [online]. [2010] [cit. 2010-02-24]. Dostupný z WWW: <<http://www.cizp.cz/%28gnpykzefcdw35zrzijslon55%29/default.aspx?ido=363&sh=-1662836549>>.
- [38] ŠENOVSKÝ, M., BARTLOVÁ I., *Nebezpečné látky*. SPBI Spektrum. Ostrava 2006, 2. rozšířené vydání. 17 s. ISBN 80-86111-74-1.
- [39] IATA's Organization [online]. [2010] [cit. 2010-02-25]. Dostupný z WWW: <<http://www.iata.org/index.htm>>.
- [40] BARTLOVÁ I., *Vývoj v oblasti nebezpečných látek a přípravků*. SPBI Spektrum XIV. Ostrava 2008, 1. vydání. 49 s. ISBN 978-80-7385-050-0.
- [41] Zákon č. 239/2000 Sb. o integrovaném záchranném systému.
- [42] Metodický pokyn odboru environmentálních rizik ministerstva životního prostředí ČR pro stanovení zranitelnosti životního prostředí metodou ENVITech03 a analýzu dopadů havárií s účastí nebezpečné látky na životní prostředí metodou H&V index. Věstník MŽP ČR č. 3/2003.
- [43] AIRPORTS COMPANY SOUTH AFRICA [online]. [2010] [cit. 2010-03-23]. Dostupný z WWW: <<http://www.acsa.co.za/home.asp?pid=4>>.
- [44] BENEŠ, J. *Rozšíření odbavovacích ploch pro letadla - 1. a 2. etapa*, kód záměru OV9077. Informační systém EIA, záměry na území ČR [online]. [2010] [cit. 2010-04-06]. Dostupný z WWW: <http://tomcat.cenia.cz/eia/detail.jsp?view=eia_cr&id=OV9077>.
- [45] ŠIMEČKA, R. *Návrh a novelizace plánu likvidace ekologické události pro Letiště Leoše Janáčka Ostrava*. Bakalářská práce na Fakultě bezpečnostního inženýrství, VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2008. 72 stran.

- [46] KNIF, s.r.o., Třinec. *Plán opatření pro případ havarijního zhoršení jakosti vod v areálu Letiště Ostrava - Mošnov*. Mošnov, 2002. 27 s.
- [47] Chemická bezpečnost s.r.o. *Environmentální audit - závěrečná zpráva*. Česká správa letišť, s.p. Ostrava, 2004. 37 s.
- [48] PELCOVÁ, M. *Provozní řád ORL odlučovače ropných látek na výtokových objektech B,C,D*. Letiště Ostrava, a.s. 6 s.
- [49] Zákon č. 114/1992 Sb. o ochraně přírody a krajiny.
- [50] Česká geologická služba – Geofond. Mapový server [online]. [2010] [cit. 2010–04–08]. Dostupný z WWW: <http://www.geofond.cz/mapsphere/MapWin.aspx?M_WizID=24&M_Site=geofond&M_Lang=cs>.
- [51] Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 470/2001 Sb., kterou se stanoví seznam významných vodních toků a způsob provádění činností souvisejících se správou vodních toků.
- [52] TÍŽKOVÁ, V. *Bezpečnostní centrum na Letišti Leoše Janáčka Ostrava*, kód záměru MSK1310. Informační systém EIA, záměry na území ČR [online]. [2010] [cit. 2010–04–06]. Dostupný z WWW: <http://tomcat.cenia.cz/eia/detail.jsp?view=eia_cr&id=OV9077>.
- [53] VOSTAL, D. *Centrum povrchových úprav letadel*, kód záměru MSK1386. Informační systém EIA, záměry na území ČR [online]. [2010] [cit. 2010–04–06]. Dostupný z WWW: <http://tomcat.cenia.cz/eia/detail.jsp?view=eia_cr&id=OV9077>.
- [54] TÍŽKOVÁ, V. *Letecké Cargo Ostrava Mošnov*, kód záměru MSK1301. Informační systém EIA, záměry na území ČR [online]. [2010] [cit. 2010–04–06]. Dostupný z WWW: <http://tomcat.cenia.cz/eia/detail.jsp?view=eia_cr&id=OV9077>.
- [55] Bezpečnostní list. Letecký petrolej JET A – 1.
- [56] Bezpečnostní list. Letecký benzin Avgas 100 LL.
- [57] Bezpečnostní list. Motorová nafta.
- [58] Bezpečnostní list. Furadan 350 F.
- [59] Bezpečnostní list. Epoxidová pryskyřice EP 70.

- [60] CENIA, česká informační agentura životního prostředí. Mapové služby Portálu veřejné správy (Mapový server) [online]. [2010] [cit. 2010-04-24]. Dostupný z WWW: <http://geoportal.cenia.cz/mapmaker/MapWin.aspx?M_Site=cenia&M_Lang=cs>.
- [61] Guidelines for quantitative risk assessment, CPR 18E Purple Book, 1999, Hague.

Přílohy

Příloha 1: Klasifikace nebezpečných látek dle IATA DGR

Příloha 2: Výstražné symboly nebezpečnosti dle GHS

Příloha 3: Schéma odvádění dešťových vod Letiště Leoše Janáčka Ostrava

Příloha 4: Vyjádření proměnné Sur

Příloha 5: Výpočet indexů EAI

Příloha 6: Analýza stromem událostí (ETA)

Příloha 7: *Metodika pro analýzu dopadů havárií s účastí nebezpečné látky na životní prostředí (H&V index)* – Alternativní posouzení toxicity nebezpečné látky pro biotickou složku prostředí

Příloha 8: *Metodika pro analýzu dopadů havárií s účastí nebezpečné látky na životní prostředí (H&V index)* – Posouzení toxicity nebezpečné látky pro půdu

Příloha 9: *Metodika pro analýzu dopadů havárií s účastí nebezpečné látky na životní prostředí (H&V index)* – Posouzení toxicity nebezpečné látky pro vodní prostředí

Příloha 10: *Metodika pro analýzu dopadů havárií s účastí nebezpečné látky na životní prostředí (H&V index)* – Stanovení indexu nebezpečí hořlavosti látky s dopadem na biotickou složku prostředí

Příloha 11: *Metodika pro analýzu dopadů havárií s účastí nebezpečné látky na životní prostředí (H&V index)* – Stanovení indexů zranitelnosti vodního prostředí







Příloha 12: *Metodika pro analýzu dopadů havárií s účastí nebezpečné látky na životní prostředí (H&V index)* – Stanovení indexu zranitelnosti půdního prostředí




Příloha 13: *Metodika pro analýzu dopadů havárií s účastí nebezpečné látky na životní prostředí (H&V index)* – Stanovení indexu zranitelnosti biotických složek prostředí


Příloha 14: *Metodika pro analýzu dopadů havárií s účastí nebezpečné látky na životní prostředí (H&V index)* – Syntéza indexů nebezpečnosti a zranitelnosti prostředí



Příloha 15: Mapové výstupy


Příloha 1: Klasifikace nebezpečných látek dle IATA DGR



Třída 1	Divize	Značka
Výbušniny	1.1 s rizikem masivního výbuchu	
	1.2 s rizikem prudkého rozletu částí	
	1.3 s rizikem hoření nebo menší schopnosti výbuchu	
	1.4 nepředstavující výrazné riziko	
	1.5 velmi necitlivé výbušniny s rizikem masivního výbuchu	
	1.6 extrémně necitlivé výbušniny bez rizika masivního výbuchu	



Třída 2	Divize	Značka
Plyny	2.1 Hořlavé	
	2.2 Nehořlavé, netoxické	
	2.3 Toxické	


Třída 3	Divize	Značka
Hořlavé kapaliny		


Třída 4	Divize	Značka
Hořlavé látky	4.1 Hořlavé tuhé látky	
	4.2 Samozápalné látky	

	4.3 Látky, které při styku s vodou vyvíjejí hořlavé plyny	
--	---	---

Třída 5	Divize	Značka
Tuhé látky a kapaliny uvolňující kyslík	5.1 Látky podporující hoření	
	5.2 Organické peroxidy	

Třída 6	Divize	Značka
Jedovaté a infekční látky	6.1 Toxické látky	
	6.2 Infekční látky	

Třída 7	Značka
Radioaktivní látky	

Třída 8	Značka
Žíravé látky	

Třída 9	Značka
Jiné (různé) nebezpečné látky a předměty	

Příloha 2: Výstražné symboly nebezpečnosti dle GHS



GHS01 - výbušné látky



GHS02 - hořlavé látky



GHS03 - oxidační látky



GHS04 - plyny pod tlakem



GHS05 - korozivní a žíravé látky



GHS06 - toxické látky



GHS07 - dráždivé látky



GHS08 - látky nebezpečné pro zdraví



GHS09 - látky nebezpečné pro vodní prostředí

Rekonstrukce odliučovače oleje
Stávající retenční zadrž 3-100 m³

LEG

- OKRES A (Yellow)
- OKRES B (Green)
- OKRES C (Orange)
- OKRES D (Pink)
- OKRES E (Light Blue)
- OKRES F (Dark Blue)

--- Sewerage line
 --- Retention pond
 --- Road

Příloha 4: Vyjádření proměnné Sur

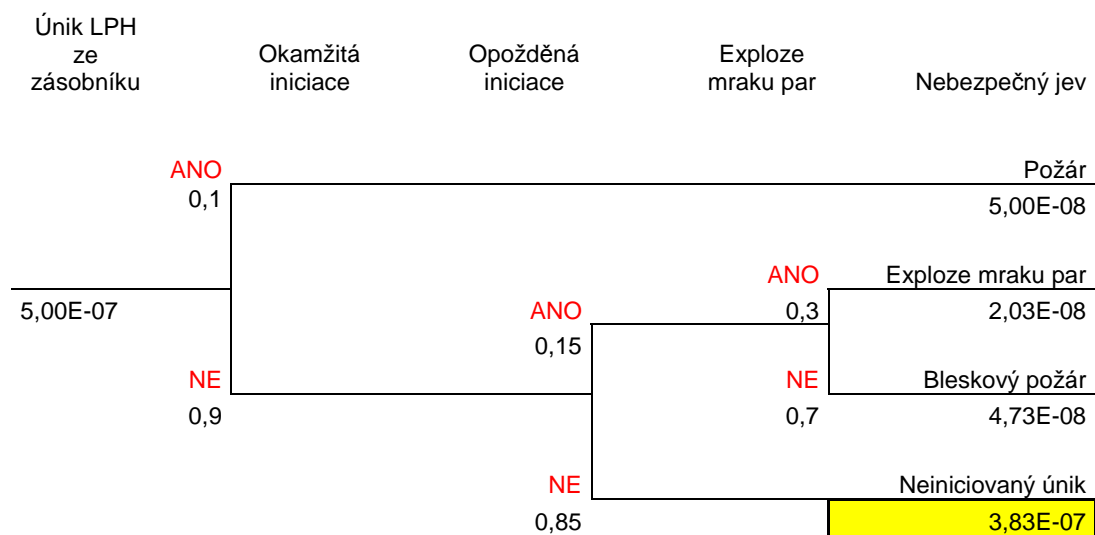
<i>Scénář</i>	<i>Lokalizace</i>	<i>Vzdálenost k nejbližší studni, jezeru, vodnímu toku</i>	<i>Hloubka k hladině podzemní vody</i>	<i>Sklon hladiny podzemní vody</i>	<i>Mocnost půdní vrstvy a její složení</i>	<i>Suma</i>	Sur
Únik Leteckého petroleje JET A – 1 (1 nadzemní zásobník)	Sklad LPH	2	7	5	8	22	7
Únik Leteckého petroleje JET A – 1 (2 nadzemní zásobníky)		2	7	5	8	22	7
Únik Leteckého petroleje JET A – 1 během transportu	Centrální stojánka	2	7	5	8	22	7
	JV stojánka	2	6	5	6	19	5
	S stojánka	2	6	5	8	21	7
Únik Leteckého petroleje JET A – 1 z nádrží letadla	VPD	3	6	5	6	20	7
		3	6	5	6	20	7
		3	6	5	6	20	7
Únik Leteckého benzinu Avgas 100 LL z podzemního zásobníku	Sklad LPH	2	7	5	8	22	7
Únik Leteckého benzinu Avgas 100 LL během transportu	Centrální stojánka	2	7	5	8	22	7
Únik motorové nafty z podzemní nádrže	Čerpací stanice	2	7	5	8	22	7
Únik Epoxidové pryskyřice EP 70 během letecké přepravy	JV stojánka	2	6	5	6	19	5
Únik pesticidu Furadan 350 F během letecké přepravy		2	6	5	6	19	5

Příloha 5: Výpočet indexů EAI

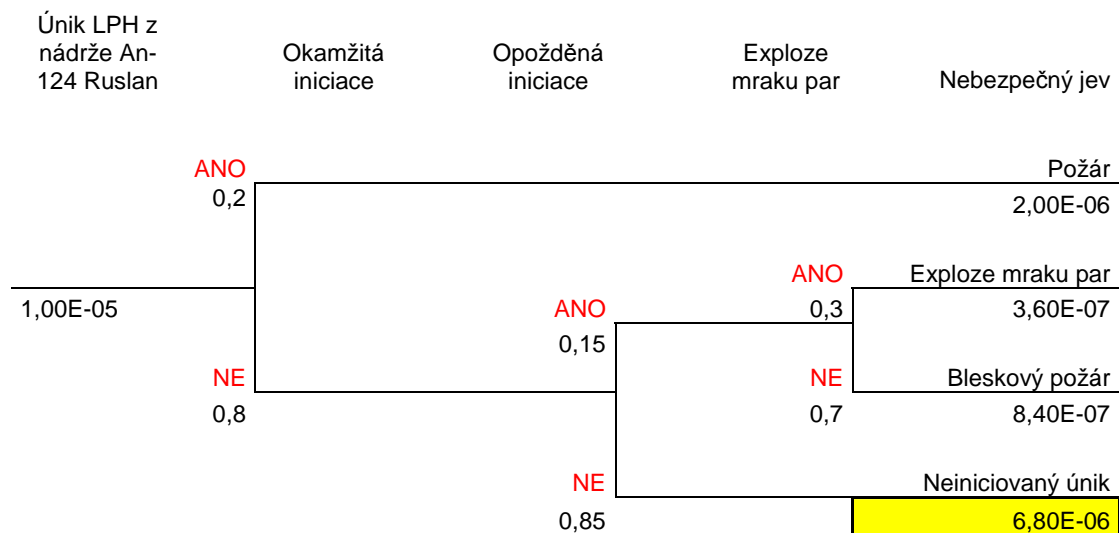
<i>Scénář</i>	<i>Lokalizace</i>	<i>Zařízení</i>	<i>Množství [t]</i>	<i>Tox</i>	<i>Am</i>	<i>Con</i>	<i>Sol</i>	<i>Sur</i>	<i>EAI</i>
Únik Leteckého petroleje JET A – 1 (1 nadzemní zásobník)	Sklad LPH	Nadzemní nádrže	65,6	6	7	4	1	7	504
Únik Leteckého petroleje JET A – 1 (2 nadzemní zásobníky)			131,2	6	7	4	1	7	504
Únik Leteckého petroleje JET A – 1 během transportu	Centrální stojánka	Automobilová cisterna	14,4	6	5	4	1	7	360
	JV stojánka	Automobilová cisterna	14,4	6	5	4	1	5	300
	S stojánka	Automobilová cisterna	14,4	6	5	4	1	7	360
Únik Leteckého petroleje JET A – 1 z nádrží letadla (max. množství všech nádrží letadla)	VPD	An-124 Ruslan	214	6	7	4	1	7	504
Únik Leteckého petroleje JET A – 1 z nádrží letadla (1/2 max. množství)			107	6	7	4	1	7	504
Únik Leteckého petroleje JET A – 1 z nádrží letadla (1/5 max. množství)			42,8	6	5	4	1	7	360
Únik Leteckého benzinu Avgas 100 LL z podzemního zásobníku	Sklad LPH	Podzemní nádrž	15,75	6	5	4	1	7	360
Únik Leteckého benzinu Avgas 100 LL během transportu	Centrální stojánka	Automobilová cisterna	5,46	6	5	4	1	7	360
Únik motorové nafty z podzemní nádrže	Čerpací stanice	Podzemní nádrž	23,04	4	5	4	1	7	240
Únik Epoxidové pryskyřice EP 70 během letecké přepravy	JV stojánka	Certifikované ocelové sudy	0,45	8	1	4	1	5	80
Únik pesticidu Furadan 350 F během letecké přepravy			0,22	10	1	4	5	5	140

Příloha 6: Analýza stromem událostí (ETA)

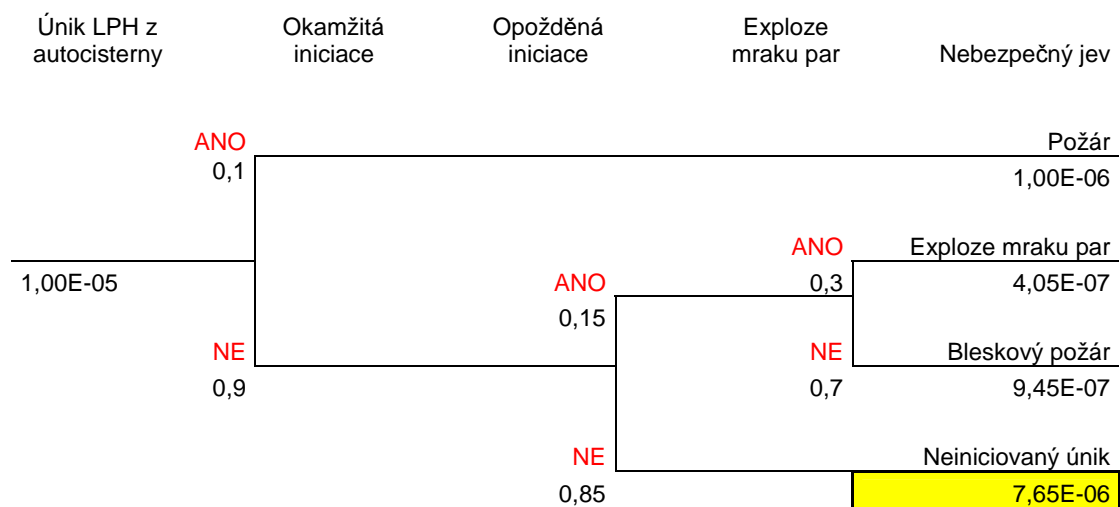
1. Únik Leteckého petroleje JET A – 1 z nadzemního zásobníku



2. Únik Leteckého petroleje JET A – 1 z nádrže An-124 Ruslan



3. Únik Leteckého petroleje JET A – 1 z automobilové cisterny



Příloha 7: Metodika pro analýzu dopadů havárií s účastí nebezpečné látky na životní prostředí (H&V index) – Alternativní posouzení toxicity nebezpečné látky pro biotickou složku prostředí

Toxicita látky		Míra toxicity	Index T _B
LD ₅₀ orální, potkan	<25 mg/kg	Vysoce toxická látka	4
LD ₅₀ dermální, potkan	< 50 mg/kg		
LC ₅₀ inhalační, potkan (aerosol)	< 0,5 mg/l		
LC ₅₀ inhalační, potkan (plyn, pára)	< 1 mg/l		
LD ₅₀ orální, potkan	25 - 200 mg/kg	Toxická látka	3
LD ₅₀ dermální, potkan	50 - 400 mg/kg		
LC ₅₀ inhalační, potkan (aerosol)	0,5 - 1 mg/l		
LC ₅₀ inhalační, potkan (plyn, pára)	1 - 2 mg/l		
LD ₅₀ orální, potkan	200 - 2 000 mg/kg	Středně toxická látka	2
LD ₅₀ dermální, potkan	400 - 2 000 mg/kg		
LC ₅₀ inhalační, potkan (aerosol)	1 - 5 mg/l		
LC ₅₀ inhalační, potkan (plyn, pára)	2 - 20 mg/l		
LD ₅₀ orální, potkan	> 2 000 mg/kg	Nízká toxicita	1
LD ₅₀ dermální, potkan	> 2 000 mg/kg		
LC ₅₀ inhalační, potkan (aerosol)	> 5 mg/l		
LC ₅₀ inhalační, potkan (plyn, pára)	> 20 mg/l		

Příloha 8: Metodika pro analýzu dopadů havárií s účastí nebezpečné látky na životní prostředí (*H&V index*) – Posouzení toxicity nebezpečné látky pro půdu

Toxicita pro vodní organismy		Index T _s
Extrémně toxické	EC ₅₀ (48 hodin, dafnie) < 0,1 mg/l	5
	LC ₅₀ (96 hodin, ryby) < 0,1 mg/l	
	IC ₅₀ (72 hodin, řasy) < 0,1 mg/l	
Silně toxické	EC ₅₀ (48 hodin, dafnie) = 0,1 - 1 mg/l	4
	LC ₅₀ (96 hodin, ryby) = 0,1 - 1 mg/l	
	IC ₅₀ (72 hodin, řasy) = 0,1 - 1 mg/l	
Toxické	EC ₅₀ (48 hodin, dafnie) = 1 - 10 mg/l	3
	LC ₅₀ (96 hodin, ryby) = 1 - 10 mg/l	
	IC ₅₀ (72 hodin, řasy) = 1 - 10 mg/l	
Středně toxické	EC ₅₀ (48 hodin, dafnie) = 10 - 100 mg/l	2
	LC ₅₀ (96 hodin, ryby) = 10 - 100 mg/l	
	IC ₅₀ (72 hodin, řasy) = 10 - 100 mg/l	
Málo toxické	EC ₅₀ (48 hodin, dafnie) > 100 mg/l	1
	LC ₅₀ (96 hodin, ryby) > 100 mg/l	
	IC ₅₀ (72 hodin, řasy) > 100 mg/l	

Příloha 9: Metodika pro analýzu dopadů havárií s účastí nebezpečné látky na životní prostředí (*H&V index*) – Posouzení toxicity nebezpečné látky pro vodní prostředí

Toxicita LC ₅₀ pro vodní organismy za 96 hodin		Kód toxicity A
Extrémně toxické	< 0,1 mg/l	5
Silně toxické	0,1- 1 mg/l	4
Toxické	1 - 10 mg/l	3
Středně toxické	10 - 100 mg/l	2
Málo toxické	> 100 mg/l	1

Fyzikální vlastnosti	Kód toxicity B
Rozpustnost > 100 mg/l	4
Kapalina	4
Tenze par > 0,3 bar při 20 °C	2
Ostatní	1

Součet kódů A + B	Třída toxicity	Index T _w
> 7	Extrémně vysoká	5
7	Velmi vysoká	4
6	Vysoká	3
5	Střední	2
< 5	Nízká	1

Příloha 10: *Metodika pro analýzu dopadů havárií s účastí nebezpečné látky na životní prostředí (H&V index) – Stanovení indexu nebezpečí hořlavosti látky s dopadem na biotickou složku prostředí*

Fyzikální vlastnosti látky	Index F_R
Hořlavý plyn zkapalněný tlakem	5
Hořlavá kapalina, tlak par = > 0,3 bar, při 20°C	4
Hořlavý plyn pod tlakem	3
Hořlavý plyn zkapalněný chladem	2
Hořlavá kapalina, tlak par < 0,3 bar při 20°C	1

Příloha 11: *Metodika pro analýzu dopadů havárií s účastí nebezpečné látky na životní prostředí (H&V index) – Stanovení indexů zranitelnosti vodního prostředí*

1. Index zranitelnosti povrchových vod I_{sw}

Typ vodního útvaru	Parametr povrchových vod	Index I_{sw}
Tekoucí	Hraniční a příhraniční vodní tok	4
	Dešťová kanalizace, příkopy	3
	Kanalizace ústící do ČOV	3
	Ostatní vodní toky	3
Stojaté	Vodárenská nádrž	5
	Rašeliniště, mokřad	4
	Pinky, těžební jámy	3
	Sedimentační pole, odkaliště	1
	Ostatní stojatá voda	2

2. Index zranitelnosti podzemních vod I_{UW}

Typ zvodnění a charakteristika horninového prostředí kolektoru	Bodové hodnocení
Průlinové v nezpevněných převážně štěrkopísčitých a písčitých sedimentech, s hydraulickou spojitostí s povrchovým tokem	5
Průlinové v nezpevněných převážně štěrkopísčitých sedimentech, bez hydraulické spojitosti s povrchovým tokem	4
Krasově puklinové až krasové	4
Výrazně puklinové, popř. průlomově-puklinové, s průlinovým oběhem v zóně zvětrávání a v písčitém až hlinitopísčitém kvartérním pokryvu	3
Nepravidelné střídání průlinových převážně jemně písčitých až jílovito-písčitých kolektorů a izolátorů	2
Nepravidelné střídání nevýrazně puklinových, příp. průlinově - puklinových kolektorů ve zpevněných sedimentech, s průlinovým oběhem proměnlivého charakteru v zóně zvětrávání a kvartérním pokryvu	1

Charakteristika pokryvu	Bodové hodnocení
Území bez pokryvu nebo s propustnou pokryvnou vrstvou	5
Prostředí s nevyhraněnou hydrogeologickou funkcí: haldy, navážky, plošné deponie apod.	4
Rozsah málo propustných pokryvných vrstev s ochranným účinkem proti postupu znečištění s povrchu	3
Rozsah málo propustných až nepropustných antropogenních navážek, složených většinou z jílu	2
Rozsah plošně souvislého stropního izolátoru s výrazným ochranným účinkem proti postupu znečištění s povrchu	1

Stupeň ochrany vod	Bodové hodnocení
PHO 1. stupně	5
PHO 2. stupně – vnitřní	4
PHO 2. stupně – vnější	3
PHO 3. stupně - bez rozlišení	3
CHOPAV	2
PHO nevyhlášeno	1

Vodohospodářský význam - předpoklady využití podzemní vody	Bodové hodnocení
Velké soustředěné odběry regionálního významu (velké skupinové vodovody)	5
Soustředěné odběry menšího regionálního významu (menší skupinové vodovody)	4
Větší odběry pro místní zásobování (menší obce)	3
Menší odběry pro místní zásobování (jednotlivé domy)	2
Jednotlivé malé odběry pro místní (individuální) zásobování při omezené spotřebě	1

* V případě přítomnosti meliorací se připočítává „jednička“ +1

Suma bodového hodnocení	Index I_{UW}
> 18	5
15 – 18	4
11 – 14	3
6 – 10	2
< 6	1

Příloha 12: Metodika pro analýzu dopadů havárií s účastí nebezpečné látky na životní prostředí (*H&V index*) – Stanovení indexu zranitelnosti půdního prostředí

Půdní typ	Půdní druh	Index I _s
Půdy na píscích a štěrkopíscích (HP, HPa, DA, RA, RAh, NP, NPk, DA(g), HP(g), DA(G))	Lehké	5
Hnědé půdy (HP, HPa, RA, RAh)		
Silně kyselé hnědé půdy (HPa, HPp)		
Mělké půdy (HP, HPa, HPp, RA, RAh)		
Půdy středozevního charakteru (ČM, ČMk, ČMd)	Lehké	4
Illimerizované půdy (IP, IP(g))		
Hnědé půdy (HP, HPa)		
Hnědé půdy (HP, HPa, RA, RAh)	Střední	
Silně kyselé hnědé půdy (HPa, HPp)		
Mělké půdy (HP, HPa, HPp, RA, RAh)		
Půdy velmi sklonitých poloh		
Oglejené půdy (HPg, RA _g , RA _{hg} , OG, IP _g)		
Nivní půdy (NP, NPk, NPak, LP, DA _I , RA _I , NPG)		
Lužní půdy (LPG, LPGk)		
Hydromorfní půdy (LGr, RŠ, GLrš, GL, LPG, GLr, HPG, HPg)		

Hnědozemní půdy (HMč, HM, HMč(g), HM(g), HP, HP(g), HPi, HMi, IP, HMi(g), NP)	Střední	3
Illimerizované půdy (IP, HMi, HMi(g), HP, HP(g), HPi, HPi(g), IP(g))		
Oglejené půdy (HMg, HMi, IPg, OG, HMg, HMig, IPg, HPg, RAg, RAhg)		
Oglejené půdy (OG, HPg)	Těžké	
Nivní půdy (NP, NPk, NPak, NPG)		
Lužní půdy (LPG, LPGk)		
Hydromorfní půdy (OGb, GLr, GLrš, GL, NPG)		
Černozemní půdy (ČM, ČMk, ČMd, ČMl, ČMlk, HM)	Střední	2
Hnědozemní půdy (ČMi)		
Rendziny (RA, RAh)		
Oglejené půdy (OG, RAhg, HPg)	Těžké	
Nivní půdy (NP, NPk, NPak)		
Lužní půdy (LP, LPk)		
Černozemní půdy (ČM, ČMk, ČMl, RAh)	Těžké	1
Rendziny (RA, RAh, HP)		
<p>ČM – černozezem, HM – hnědozezem, IP – illimerizovaná půda, OG – oglejená půda, RA - rendzina, HP – hnědá půda, HPa – hnědá půda kyselá, PZ – podzolová půda, AN - antropogenní půda, DA – drnová půda, NV – nevyvinutá půda, NP – nivní půda, LP - lužní půda, GL – glejová půda, č – černozezemní, i – illimerizovaná, h – hnědá, p - podzolová, g - oglejená, G – glejová, l – lužní, k – vycelárně karbonátová, t – tmavá hlubokohumózní, d – degradovaná, a – kyselá, (g) – slabě oglejená, (G) – slabě glejová</p>		

Příloha 13: *Metodika pro analýzu dopadů havárií s účastí nebezpečné látky na životní prostředí (H&V index) – Stanovení indexu zranitelnosti biotických složek prostředí*

Parametr biotických složek krajiny	Index I_B
ZCHÚ, ÚSES, přírodní a prioritní stanoviště	5
Lokality s chovem hospodářských zvířat	4
Lesy, sady, vinice, chmelnice	4
Zahrada	3
Obhospodařovaná zemědělská půda	2
Neobhospodařovaná zemědělská půda	1

Příloha 14: Metodika pro analýzu dopadů havárií s účastí nebezpečné látky na životní prostředí (*H&V index*) – Syntéza indexů nebezpečnosti a zranitelnosti prostředí

1. Výpočet indexů toxicity pro povrchové vody I_{TSW}

$$I_{TSW} = \max(\sqrt{I_{SW} \cdot T_W}; \sqrt[3]{T_W \cdot I_{SW} \cdot I_S}), \text{ kde}$$

I_{SW} ... Index zranitelnosti povrchových vod

T_W ... Index toxické nebezpečnosti látky pro vodní prostředí

I_S ... Index zranitelnosti půdního prostředí

2. Výpočet indexů toxicity pro podzemní vody I_{TUW}

$$I_{TUW} = \sqrt[3]{T_W \cdot I_{UW} \cdot I_S}, \text{ kde}$$

T_W ... Index toxické nebezpečnosti látky pro vodní prostředí

I_{UW} ... Index zranitelnosti podzemních vod

I_S ... Index zranitelnosti půdního prostředí

3. Výpočet indexů toxicity pro biotickou složku prostředí I_{TB}

$$I_{TB} = \sqrt{T_B \cdot I_B}, \text{ kde}$$

T_B ... Index toxické nebezpečnosti látky pro biotickou složku prostředí

I_B ... Index zranitelnosti biotické složky prostředí

4. Výpočet indexů toxicity pro půdní prostředí I_{TS}

$$I_{TS} = \sqrt{T_S \cdot I_S}, \text{ kde}$$

T_S ... Index toxické nebezpečnosti látky pro půdní prostředí

I_S ... Index zranitelnosti půdního prostředí

5. Výpočet indexů dopadu hořlavé látky na biotickou složku prostředí I_{FR}

$$I_{FR} = \sqrt{F_R \cdot I_B}, \text{ kde}$$

F_R ... Index nebezpečí hořlavosti látky pro biotickou složku prostředí

I_B ... Index zranitelnosti biotické složky prostředí

Příloha 15: Mapové výstupy

Mapa č. 1: Území LLJO se zdroji rizik

Mapa č. 2: Mapa zranitelnosti povrchových vod

Mapa č. 3: Mapa zranitelnosti podzemních vod

Mapa č. 4: Mapa zranitelnosti půdního prostředí

Mapa č. 5: Mapa zranitelnosti biotických složek prostředí

Mapa č. 6: Syntéza indexů zranitelnosti hodnocených složek ŽP